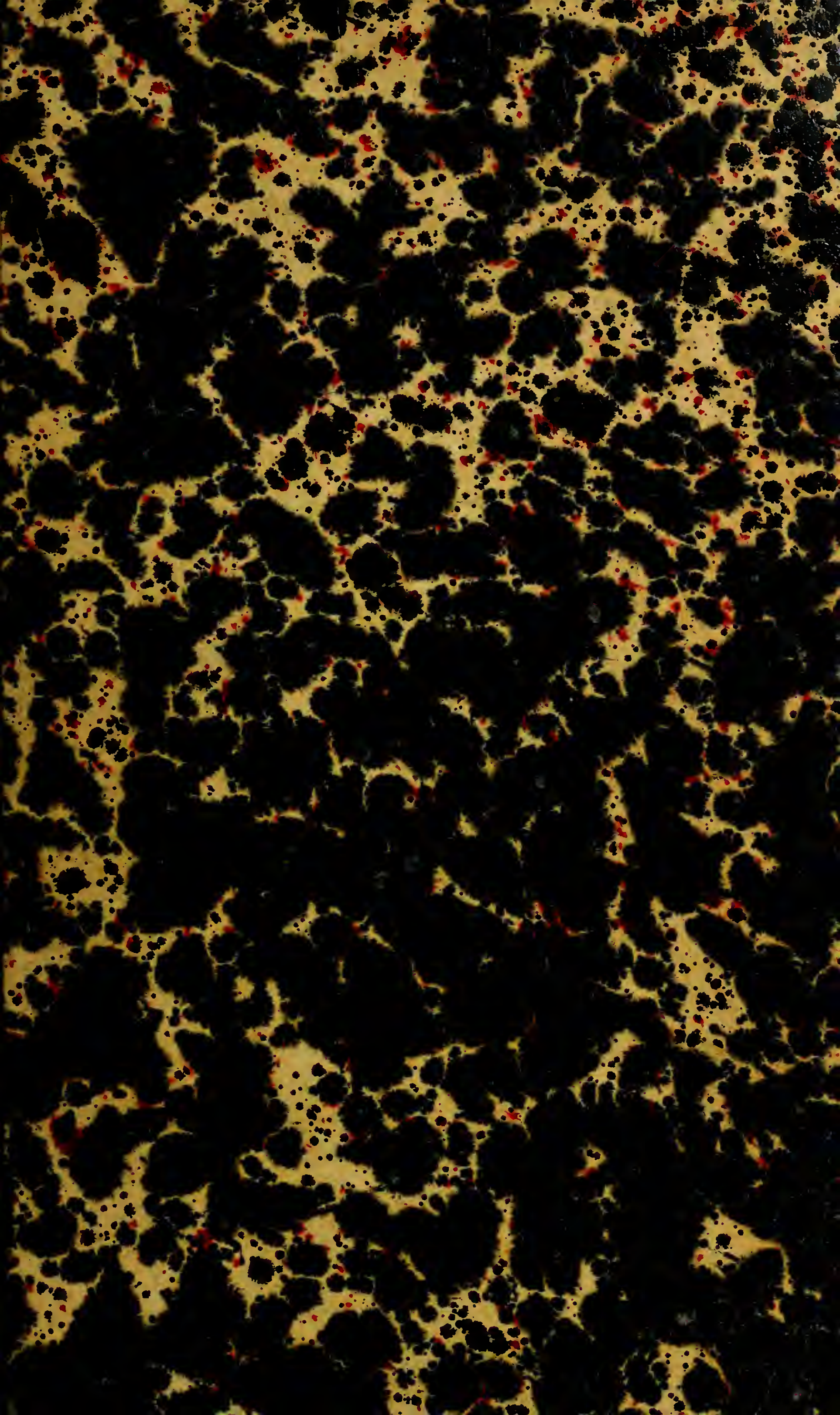



ASSOCIATED MEDICAL SERVICES INCORPORATED 1937
MEDICAL CARE BY PREPAYMENT


A17

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LES FONCTIONS DU NERF SPINAL,

ÉTUDIÉ SPÉCIALEMENT

DANS SES RAPPORTS AVEC LE PNEUMOGASTRIQUE.

Par C. BERNARD (de Villefranche),

Docteur en Médecine,

Ancien Interne et Préparateur du cours de physiologie au Collége de France.

Extrait des Archives générales de médecine.

PARIS.

RIGNOUX, IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,

RUE MONSIEUR-LE-PRINCE, 29 BIS.

1844

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LES FONCTIONS DU NERF SPINAL,

ÉTUDIÉ SPÉCIALEMENT

DANS SES RAPPORTS AVEC LE PNEUMOGASTRIQUE.

Si les fonctions du nerf spinal sont restées indéterminées pendant plus longtemps que celles de beaucoup d'autres nerfs, cela tient uniquement à ce qu'il est plus difficilement accessible aux moyens d'expérimentation. L'idée de détruire les origines nombreuses du spinal et d'aller les atteindre au milieu du trajet bizarre qu'elles parcourent dans le canal rachidien paraît, au premier abord, d'une réalisation presque impossible. Cependant cette expérience a été tentée et exécutée dans ces derniers temps; mais les mutilations considérables qu'on produisait entrainant toujours rapidement la mort des animaux, les expérimentateurs n'ont pu saisir que des phénomènes de courte durée, et conséquemment incomplets; de sorte que si les résultats obtenus au milieu de ces circonstances défavorables n'ont pas paru suffisamment rigoureux à beaucoup de physiologistes, c'est à la méthode expérimentale seule qu'il faut en attribuer la faute, puisque le sujet a été étudié avec autant de conscience que de savoir.

Persuadé qu'il fallait, avant tout, perfectionner l'expérience et la dégager de complications graves, j'ai dû chercher à instituer d'autres procédés qui permissent d'enlever complétement le nerf spinal et de conserver les animaux vi-

vants, ce que n'avaient pas fait mes prédécesseurs. Je crois, après des épreuves longues et multipliées, avoir enfin réussi, et pouvoir en conséquence présenter sur cette question des faits nouveaux d'une rigueur expérimentale, aussi grande que possible.

Ce travail sera divisé en deux parties : dans la première, nous passerons succinctement en revue les principales opinions émises jusqu'à ce jour sur les usages du nerf spinal. Nous nous arrêterons principalement au travail de Bischoff, et nous discuterons avec soin cette doctrine d'après laquelle on voudrait confondre le pneumogastrique et le spinal comme les deux racines d'une paire nerveuse rachidienne. L'importance de cette théorie et la célébrité qu'elle a acquise justifieront sans doute l'étendue des développements que nous avons donnés à son examen.

Dans la deuxième partie seront exposées les recherches qui nous sont propres. C'est à dessein que nous insisterons quelquefois sur les procédés d'expérience, parce que nous sommes convaincu qu'en physiologie, comme dans toutes les sciences, on n'arrive à des résultats rigoureux et incontestables qu'en multipliant et régularisant les moyens d'analyse ou d'expérimentation.

PREMIÈRE PARTIE.

Examen des principales opinions émises sur les fonctions du nerf spinal.

Willis.

Galien (1) n'avait sur le spinal que des connaissances fort incomplètes, et il considérait ce nerf comme un rameau du pneumogastrique (6e paire).

Willis (2), le premier, décrit le spinal comme un nerf particulier, et lui reconnait une origine et une distribution distincte de celles du pneumogastrique; le premier, aussi, il attribue un rôle physiologique différent à ces deux nerfs, et regarde le spinal comme un nerf moteur *volontaire*, tandis qu'il assigne au vague une propriété motrice *involontaire*.

Le nerf *accessoire* (spinal), dit cet anatomiste, est formé à son origine par tous les filets émanés de la moelle qui se réunissent en un tronc blanc et arrondi avant leur sortie par le trou déchiré postérieur. Toutes les racines nerveuses, au contraire, qui naissent plus haut et ne se rassemblent point en un tronc unique avant leur sortie du crâne, appartiennent au *pneumogastrique*.

Cette délimitation originelle établie, Willis poursuit le spinal dans sa distribution, et signale les connexions qu'il offre dans le trou déchiré postérieur avec le pneumogastrique. Il regarde déjà cette anastomose comme le lien physiologique entre ces deux nerfs : c'est dans ce point, dit-il, qu'il leur est

---

(1) *De Dissectione nervorum*, cap. 10. Voyez la thèse de M. Daremberg : *Exposition des connaissances de Galien sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie du système nerveux ;* 1841, in-4°.

(2) « Revera nervus vagus provinciam satis amplam habet ; attamen non adeo diffusam, uti vulgo creditur, » etc. (Willis, cap. 23, ed. de 1681.)

possible, à la faveur d'une étroite union, de se communiquer leurs fibres et par suite leurs propriétés.

Voici comment il interprète physiologiquement cette union nerveuse : le nerf accessoire *moteur volontaire* remonte dans le crâne et s'adjoint au vague, non pour lui fournir des filets (1), mais au contraire pour en recevoir des fibres douées d'une influence *motrice involontaire :* d'où il suit qu'indépendamment de sa vertu *motrice volontaire propre,* qu'il tire de la moelle, le spinal possède, de plus, par cet emprunt de fibres au vague, une faculté *motrice involontaire acquise.* De cette manière, le spinal se trouvera désormais lié à l'action du vague; il combinera son influence motrice avec la sienne pour agir sympathiquement dans certains actes involontaires, comme ceux qui se passent dans le cou et le membre supérieur. Ce nerf deviendra dès lors l'auxiliaire subordonné du pneumogastrique, ou mieux son *accessoire,* suivant l'expression de Willis.

Puis l'auteur ajoute que c'est afin de contracter cette union importante dans le trou déchiré postérieur que l'*accessoire,* qui naît de la moelle cervicale avec les nerfs *volontaires,* est obligé de remonter dans le crâne et de parcourir un trajet si bizarre.

Si l'on voulait critiquer Willis avec la science de nos jours, on pourrait lui objecter que la dissection démontre avec la dernière évidence un filet considérable (branche anastomotique interne) envoyé dans le vague par le spinal. Ce dernier nerf fournirait donc, au lieu d'emprunter, et par ce seul fait la doctrine de Willis se trouverait, dira-t-on, en désaccord avec l'anatomie.

Je crois que cette appréciation serait inexacte. En effet, le pneumogastrique et le spinal, à leur origine, ne sont pas

---

(1) « Iste (accessorius) ad hunc modum a cervice assurgens ac « intra cranium delatus, » etc. (Will., *loc. cit.*)

tellement distincts et séparés qu'on ait dû toujours être d'accord sur les limites assignées à chacun d'eux.

Si l'on comprend dans le spinal (comme on le fait aujourd'hui) les trois ou quatre filets libres qui sont les plus rapprochés du vague, on constatera, en les disséquant avec soin, que c'est *seulement dans le trou déchiré postérieur* qu'ils s'accollent au tronc du spinal, et que ce sont ces mêmes filets qui se détachent un peu plus bas pour se réunir au vague. On remarquera encore d'autres fibres plus profondément situées, qui, croisant la direction de celles-ci, se rendent du pneumogastrique au spinal. De sorte qu'en réalité on déterminera un échange de filets entre ces deux nerfs.

Mais si nous admettons pour un moment la délimitation de Willis (et cela est indispensable pour juger sa théorie), nous devrons restreindre le nerf accessoire aux seules origines qui se réunissent *dans le canal vertébral* pour former un tronc blanc et arrondi, et nous restituerons au nerf vague les rameaux les plus supérieurs qui vont former la *branche anastomotique* des modernes.

En ne regardant pas cette branche comme une anastomose entre les deux nerfs, Willis est donc conséquent à sa description, et sa description me paraît exacte, en tant que prouvant que la branche dite anastomotique du spinal est à peu près exclusivement formée par les *filaments originaires les plus élevés* du spinal que Willis considérait comme les derniers filets inférieurs du vague.

C'est certainement pour ne pas avoir fait cette remarque que Bischoff accuse Willis d'ignorance et lui reproche de ne pas avoir vu que l'accessoire envoie un rameau dans le vague. *Qualis autem erat anatomiæ scientia, non mirum est Willisium non perspexisse quod sit accessorium inter et vagum vera ratio*, etc. (1).

---

(1) Bischoff, *Nervi accessorii Willisii, anatomia et physiologia, Commentatio;* Darmstadt, 1832, p. 64.

Scarpa.

Les opinions de Willis furent soutenues par Vieussens, et elles ont encore été reproduites, dans ce dernier siècle, par Sabatier. Mais, comme toute théorie qui manque de démonstration, celle de Willis trouva facilement des contradicteurs qui mirent d'autres hypothèses à la place de la sienne. Valsalva et Lobstein lui opposèrent des objections de peu de valeur. Haller, Martin, Hildebrant, la repoussèrent *a priori*, comme n'expliquant pas suffisamment le trajet bizarre du spinal, etc.

Scarpa, comme tous ses prédécesseurs, est tourmenté du besoin d'expliquer dans quel but le nerf accessoire naît d'une origine si singulière, et il pense qu'on doit en chercher la raison dans les connexions que ce nerf nous offre avec le pneumogastrique.

Cet auteur dit positivement qu'au niveau du trou déchiré postérieur le spinal envoie un rameau considérable dans le tronc du *vague*, et ce rameau est celui qu'on connait aujourd'hui sous le nom de *branche anastomotique interne.*

Comme explication physiologique, Scarpa ajoute que le nerf *accessoire* ne s'insère si longuement à la moelle qu'afin de porter au vague l'influence nerveuse de toute cette étendue de la moelle. L'accessoire, dit-il, qui a la même origine que les nerfs des muscles du bras, remonte dans le crâne pour envoyer un rameau dans le vague et lier ainsi sympathiquement les mouvements produits par le pneumogastrique à ceux du membre supérieur et du cou.

Bien que cette théorie semble se rapprocher de celle de Willis, en ce que l'*accessoire* servirait à établir une relation sympathique entre les mouvements de la respiration et ceux du bras et du cou, elle en diffère cependant essentiellement, quant à l'explication. Pour Willis, c'est le pneumogastrique qui communique son influence au spinal; pour Scarpa, au

contraire, c'est le spinal qui apporte au vague l'influence de la moelle épinière.

En résumé, Scarpa a décrit bien nettement la branche anastomotique que le spinal transmet au vague. Il est aussi le premier, je crois, qui ait considéré cette anastomose comme une espèce de *racine motrice* fournie par la moelle cervicale au nerf pneumogastrique.

Ch. Bell.

Tel était l'état de la question sur les fonctions du nerf spinal, lorsque la découverte des usages des nerfs rachidiens vint établir la physiologie du système nerveux sur des bases nouvelles et solides, parce qu'elles étaient le résultat de l'expérience.

MM. Ch. Bell et Magendie, comme on sait, furent les premiers qui démontrèrent expérimentalement la localisation des nerfs de *sentiment dans les racines postérieures* et des nerfs de *mouvement dans les racines antérieures* de la moelle épinière.

Mais le physiologiste anglais subdivisa les nerfs moteurs en deux ordres, les uns *moteurs volontaires,* nés exclusivement du faisceau antérieur de la moelle, et les autres présidant aux mouvements *involontaires et respiratoires* prenant tous origine sur le faisceau médullaire latéral. Dans cette dernière classe, il range le *facial,* le *glosso-pharyngien,* le *vague,* l'*accessoire* et l'*hypoglosse.* Tous les travaux de Ch. Bell sur le nerf spinal ou accessoire furent en vue de confirmer sa théorie des nerfs respiratoires.

Pour cet auteur, le spinal doit être *respiratoire,* parce qu'il naît du faisceau latéral de la moelle, et c'est à ce titre qu'il va fournir aux muscles sterno-mastoïdien et trapèze une influence *motrice involontaire* en rapport avec les mouvements respiratoires du thorax. Mais comme les muscles auxquels se distribue le spinal reçoivent encore des filets des

racines antérieures, par le plexus cervical, il s'ensuit qu'ils possèdent à la fois une double faculté motrice *volontaire* et *involontaire,* d'après cette loi, dit Ch. Bell, que toutes les fois qu'un organe reçoit des nerfs de plusieurs sources, ce n'est pas pour y accumuler la force nerveuse, mais pour lui apporter des propriétés différentes. Ch. Bell, ainsi que Schaw, qui adopta la même opinion sur le spinal, furent les deux premiers auteurs qui essayèrent de vérifier leur théorie par la voie expérimentale.

L'expérience suivante, qui est la principale, appartient à Ch. Bell. Sur un âne, chez lequel les muscles de la respiration étaient en action, ce physiologiste coupa tous les filets du spinal qui se rendent dans le sterno-mastoïdien. Aussitôt, dit-il, tous les mouvements *involontaires* ou *respiratoires* cessèrent dans ce muscle, tandis que l'animal pouvait encore s'en servir comme muscle *volontaire* (1).

J'ai répété cette expérience sur des chats, des chiens et des lapins; voici ce que j'ai observé. Lorsqu'on met sur un de ces animaux vivant les sterno-mastoïdiens à nu, les mouvements respiratoires ordinaires continuent sans qu'on puisse constater une contraction bien évidente dans ces muscles. Si on vient alors à comprimer modérément la trachée, la gêne de la respiration produit dans les sterno-mastoïdiens des contractions énergiques qui tendent à soulever le thorax et l'épaule. Quand on fait crier l'animal, la contraction de ces muscles est également bien prononcée. Mais après la section des nerfs spinaux dans l'espace occipito-atloïdien (2), la con-

---

(1) Ch. Bell, *Exposition du système naturel des nerfs,* traduction de Genest, 1825.

(2) Il est plus convenable de diviser les spinaux dans le crâne, parce que, au moment où ces nerfs pénètrent dans le sterno-mastoïdien, ils se sont déjà associés à des filaments du plexus cervical, et il est difficile d'isoler nettement les éléments nerveux provenant de sources différentes.

traction des sterno-mastoïdiens se manifestait comme avant dans les mouvements respiratoires forcés, et, chose particulière, on ne l'observait plus dans l'acte de la phonation. J'ai répété plusieurs fois cette même opération, et toujours avec les mêmes résultats.

Bischoff rapporte également deux expériences dans lesquelles il coupa sur deux chiens les nerfs spinaux sur les côtés de la moelle allongée. Six semaines après, la guérison ayant été obtenue, Bischoff constata que les contractions dans les sterno-mastoïdiens étaient très-visibles quand on gênait la respiration en comprimant les narines des animaux (1).

Quoique, dans les expériences de Bischoff et dans les miennes, il restât encore quelques-unes des origines les plus élevées du spinal, on ne saurait leur attribuer les mouvements respiratoires qui persistaient dans les sterno-mastoïdiens. En effet, nous savons déjà et nous démontrerons ailleurs que ces filets originaires, les plus élevés du spinal, vont former *la branche anastomotique interne*, tandis que la branche externe du spinal qui anime les muscles sterno-mastoïdien et trapèze provient exclusivement des fibres originaires inférieures.

En résumé, il est incontestable qu'en réséquant les nerfs spinaux on paralyse certains ordres de mouvements dans les muscles sterno-mastoïdiens et trapèzes. Mais, contre l'opinion de Ch. Bell, il semblerait plutôt qu'on abolit les mouvements *volontaires*, puisque les mouvements respiratoires *involontaires* persistent sous l'influence du plexus cervical. Du reste, Ch. Bell ne s'explique pas assez, dans son expérience, sur ce qu'il entend par *mouvements respiratoires volontaires* et *involontaires*, et j'avoue, pour ma part, que cette distinction me paraît bien difficile à établir dans les mouvements variés que peuvent exécuter ces muscles. Plus tard, nous aurons à revenir sur ces faits.

---

(1) Bischoff, op. cit., p. 91.

BISCHOFF.

Depuis la découverte fondamentale des propriétés des racines rachidiennes, les études physiologiques, poursuivies de tous côtés avec persévérance, avaient suscité des recherches anatomiques plus minutieuses, et avaient assis la doctrine des racines *motrices* et *sensitives* sur des preuves nouvelles.

Comme tout système en faveur, celui-ci tendait de jour en jour à se généraliser. Déjà, des travaux importants de Sœmmering (1), de Ch. Bell (2), d'Eschricht (3), etc., sur la cinquième paire et le facial, semblaient faire prévoir qu'on pourrait aussi, de même que pour les paires rachidiennes, distinguer dans les nerfs crâniens l'*élément moteur* de l'*élément sensitif*, et par là les ramener à la même systématisation.

La disposition anatomique du pneumogastrique et du spinal paraissaient se prêter à cette manière de voir. Gœres, en 1805 (4), c'est-à-dire avant la découverte des propriétés des nerfs rachidiens, avait dit qu'on pouvait comparer les origines du vague et du spinal aux deux racines d'une paire rachidienne. Cette vue, plus tard partagée par quelques anatomistes, fut reprise par Bischoff, qui eut le mérite de la développer et de l'introduire dans la science. Cet auteur, dans un travail très-remarquable, s'appuyant sur l'anatomie comparée et l'expérience directe, annonça la vérification complète de la proposition de Gœres, et arriva à cette conclusion formelle : que le pneumogastrique *sensitif* et le spinal *moteur* sont des racines nerveuses distinctes qui se trouvent dans les mêmes rapports anatomiques et physiologiques que

---

(1) *De Corporis humani fabrica*, 1798, t. IV, p. 214.

(2) Op. cit., p. 47.

(3) *De Functionibus septimi et quinti paris nervorum in facie propriis;* Copenhague, 1825.

(4) *Exposit. der physiolog.*, 1805, p. 328.

les deux racines d'une paire rachidienne. *Nervus accessorius Willisii est nervus motorius atque eandem habet rationem ad nervum vagum, qui sensibilitati solummodo præest, quam antica radix nervi spinalis ad posticam* (1).

Une semblable démonstration, dans laquelle les prévisions de la théorie se trouvaient si pleinement confirmées par l'expérience, produisit une vive sensation. Le nom de l'auteur et ceux des illustres témoins devant qui il répéta son expérience contribuèrent à porter rapidement la conviction dans tous les esprits, et firent adopter cette théorie dans le monde savant avec toute la confiance qu'elle paraissait mériter.

Cependant, la difficulté de répéter l'expérience, telle que Bischoff l'indique, et quelques objections anatomiques faites à cette manière de voir, qui ne paraissaient pas suffisamment résolues dans son travail, laissèrent encore de l'incertitude dans l'esprit de beaucoup de physiologistes, qui furent seulement ébranlés sans être convaincus. MM. Magendie, Muller, P. Bérard, étaient de ce nombre, et attendaient, avant de se prononcer définitivement sur cette question, qu'on eût fait de nouvelles expériences.

« Quelque poids, dit Muller, que donnent à cette théorie les précieuses observations de Bischoff, il ne faut pas se dissimuler certaines objections anatomiques qui s'élèvent contre elle. » Il ajoute ailleurs : « Il faudrait que les expériences fussent répétées, pour qu'on pût avoir une opinion arrêtée sur une aussi intéressante question. En outre, il faudrait également essayer ici la méthode que j'ai employée pour les nerfs rachidiens, et qui consiste à faire agir des irritants, tant mécaniques que galvaniques, sur les racines, afin de voir si ces irritations, appliquées au nerf accessoire dans l'intérieur même du crâne, chez un animal récemment mis à mort, occasionneraient des convulsions du pharynx, et si le nerf

(1) Bischoff, th. cit., p. 3.

vague, traité de la même manière, n'en déterminerait pas aussi » (1).

M. Magendie, ayant répété plusieurs fois l'expérience de Bischoff, n'obtint pas toujours des résultats semblables, et le premier il signala certains désordres survenus dans la démarche de l'animal à la suite de la section des spinaux dans le crâne (2).

Mais dans ces derniers temps, M. Longet, admettant sans restriction la séparation originaire des nerfs en racines motrice et sensitive, essaya avec l'école allemande de l'étendre aux nerfs crâniens. Il accepta donc entièrement l'opinion de Bischoff sur les fonctions du nerf spinal; seulement, pour répondre aux objections qu'on élevait contre cette théorie, il voulut la confirmer par les expériences galvaniques que Muller avait indiquées. Les faits qu'il ajouta ainsi à l'expérience que Bischoff avait énoncée dans son mémoire parurent à cet auteur une suffisante confirmation, et dès lors il se rattacha plus pleinement encore aux idées de Bischoff, qui lui semblaient à jamais démontrées.

Cette théorie, il faut l'avouer, est bien commode pour l'esprit et bien séduisante, et l'on conçoit que, guidé par l'induction anatomique, on puisse se laisser entraîner à une systématisation générale qui réduirait toute la physiologie des nerfs à une seule loi. Mais si l'on n'y prend garde, cette méthode d'induction est souvent dangereuse; et ce ne serait pas la première fois qu'en partant même d'un fait vrai, le raisonnement en physiologie nous aurait conduit à un système, au lieu de nous mener à la vérité.

Ainsi, d'après cette tendance de la science, il est facile de voir que Bischoff se trouvait sous l'influence d'idées systé-

---

(1) *Physiologie du système nerveux*, traduct. de Jourdan, t. Ier, p. 109, 110.

(2) *Leçons sur le système nerveux*, 1839.

matiques dont, avant tout, il voulait trouver la confirmation. Cette préoccupation de l'auteur n'est pas douteuse quand il fait un reproche grave à Ch. Bell de ne pas être resté fidèle à sa systématisation générale des nerfs dans les fonctions mixtes qu'il assigne au pneumogastrique. *Adde quod Bellius de vago suo systemati non constat. Nam cum nominet caput irregularium nervorum, tamen sensibilitatem et mobilitatem ei attribuit,* etc. (1).

Aussi, la premiere question que Bischoff a dû se poser, ce n'a pas été de rechercher d'une manière générale quelles sont les fonctions du nerf spinal; mais, pour ainsi dire à son insu, il est arrivé à se demander : 1° *Le spinal est-il anatomiquement une racine antérieure?* 2° *Le spinal est-il physiologiquement une racine antérieure?*

Tout le travail de Bischoff a pour but la démonstration affirmative de ces deux propositions. Nous devons reprendre chacune de ces questions séparément.

1° *Le spinal peut-il être comparé anatomiquement à une racine rachidienne antérieure?*

Nous donnerons d'abord une description succincte du nerf spinal, puis, rapprochant ses caractères anatomiques de ceux d'une racine rachidienne antérieure, nous verrons jusqu'à quel point cette comparaison est légitime.

Le spinal naît du faisceau postérieur (2) de la moelle par

---

(1) Bischoff, th. cit., p. 66.

(2) Je sais qu'outre l'opinion de Bischoff on va m'opposer encore celles de Volcher Coïter, Huber, Ch. Bell, etc., qui font provenir le spinal des faisceaux latéraux; de Ridley et Rolando, qui lui assignent les faisceaux antérieurs, etc. etc. Je pourrais, il est vrai, apporter de mon côté l'opinion de Muller et de beaucoup d'autres anatomistes, qui placent les origines de ce nerf sur les cordons postérieurs de la moelle. Mais la conciliation étant impossible, la

une série de filaments nerveux à insertions bifurquées ou trifurquées, qui s'étendent, chez l'homme, depuis l'origine du pneumogastrique jusqu'au niveau de la racine postérieure de la quatrième ou de la cinquième paire cervicale.

On doit partager les filaments originaires du spinal en deux classes (1).

1° Ceux qui naissent de la moelle cervicale proprement dite, *au-dessous du calamus scriptorius ;* ils forment à peu près à eux seuls le tronc intra-rachidien du nerf spinal, et si on les poursuit jusque dans le trou déchiré postérieur, on les voit tous entrer dans la formation de la branche *externe du spinal.*

2° Les filaments originaires provenant exclusivement de la moelle allongée *au-dessus du calamus scriptorius.* Ces filets sont plus longs et plus gros ; ils sont au nombre de 4 ou 5, convergent vers le trou déchiré postérieur, et ce n'est en général qu'après s'y être engagés qu'ils se réunissent au tronc du nerf spinal. Sur des pièces macérées, ces fila-

---

discussion me paraîtrait inutile sur ce point d'anatomie, que tout le monde peut vérifier et constater avec la plus grande facilité. La seule observation que j'aie à faire, c'est que le tronc du spinal semble en effet être couché sur les faisceaux latéraux de la moelle cervicale ; mais si on soulève ce nerf avec des pinces, on remarquera que ses filets originaires se portent obliquement en arrière jusqu'au point de séparation des cordons latéraux et postérieurs de la moelle, où ils s'implantent. Supérieurement, ces filets d'origine sont plus longs et le tronc du spinal, placé tout à fait latéralement à la moelle appuie sur le ligament dentelé. Inférieurement, ces racines deviennent de plus en plus courtes, et rapprochent vers les faisceaux postérieurs le tronc du spinal, qui, dans ses dernières origines, est absolument confondu avec les filaments des racines postérieures rachidiennes.

(1) Je dois citer, à l'appui de cette distinction, les opinions de Bendz et Spence. (*Edinburgh medical and surgical journal*, traduit dans les *Annales médico-psychologiques*, n° 4, juillet 1843.)

ments peuvent être séparés sans beaucoup de peine, et on verra qu'ils entrent presque exclusivement dans la formation de la *branche interne* du spinal.

Les origines du spinal, chez l'homme, descendent ordinairement jusqu'au niveau de la racine postérieure de la quatrième ou cinquième paire cervicales. Cette limite est variable dans les animaux : dans le cheval, le bœuf, etc., le spinal descend jusqu'aux premières paires dorsales.

Toujours le nombre des origines inférieures du spinal est en rapport direct avec le volume de la *branche externe* de ce nerf; et chez les oiseaux, où il n'existe pas, à proprement parler, de branche externe du spinal, ce nerf est composé uniquement par quelques filets qui naissent de la moelle allongée et représentent seulement les origines de la *branche anastomotique* dans les mammifères.

Les filets d'origine du spinal contractent des anastomoses intra-rachidiennes avec les racines postérieures des nerfs cervicaux, et surtout avec les racines de la première et de la deuxième paire.

Dans toutes les pièces que j'ai disséquées, ces connexions m'ont paru constantes dans l'homme, et plus marquées avec la racine postérieure de la première paire cervicale, comme l'avait déjà observé Bischoff.

En décollant avec précaution ces différentes anastomoses, il m'a toujours semblé reconnaître que, parmi les filets des racines postérieures qui s'intriquaient avec le spinal, les unes ne faisaient que s'accoler et poursuivaient leur trajet, tandis que d'autres, plus grêles, entraient réellement dans la formation du tronc du spinal.

Quelques auteurs, et Mayer entre autres (1), ont signalé, au niveau de ces connexions, des petites masses ganglio-

(1) *Neue verhandlungen der K. L. C. akademie*, t. XVI, p. 747.

naires. Je les ai souvent cherchées sans succès, et je puis assurer que, si elles existent, elles ne sont pas constantes.

Le tronc du nerf spinal, constitué par ses deux ordres de racines convergentes, est situé dans le trou déchiré postérieur, au-dessous du nerf pneumogastrique, dont il est séparé par une lamelle celluleuse, très-évidente chez le cheval, par exemple; mais bientôt le tronc du spinal se divise en deux branches : 1° La *branche interne,* plus petite, qui est visiblement (sur des pièces macérées) la continuation des fibres originaires insérées à la *moelle allongée ;*

2° La *branche externe,* plus volumineuse, et dont on peut, à l'aide de la dissection la plus grossière, démontrer la continuité avec les racines spinales provenant de la *moelle cervicale.*

La branche interne s'unit au tronc du pneumogastrique, et elle se subdivise elle-même en deux rameaux bien distincts : l'un va, de la manière la plus évidente, concourir à la formation de la branche pharyngienne supérieure du vague, et l'autre se confond et se perd dans le tronc du vague, non loin de l'origine du rameau laryngé supérieur.

La branche externe reste en général complétement neutre dans l'association du spinal avec le vague. Elle reçoit, au contraire, quelques filaments profonds que lui envoie le pneumogastrique. La branche externe s'infléchit ensuite en bas et en dehors, et va, ainsi que tout le monde sait, s'épuiser dans les muscles sterno-mastoïdiens et trapèzes, après s'être associée à une grande quantité de filaments nerveux du plexus cervical, etc.

Comparaison des caractères anatomiques du spinal avec ceux d'une racine rachidienne antérieure.

1° *Toutes les racines rachidiennes antérieures naissent du sillon qui sépare le faisceau antérieur du faisceau collatéral de la moelle* (sillon collatéral antérieur).

Le spinal naît du sillon qui sépare les faisceaux latéraux des faisceaux postérieurs (sillon collatéral postérieur).

2° *Les racines antérieures des nerfs rachidiens deviennent proportionnellement plus volumineuses quand les organes musculaires auxquels elles sont destinées prennent un plus grand développement.*

Le spinal n'est pas dans un rapport direct avec l'accroissement des organes musculaires pharyngo-gastriques, et sa *branche interne*, ainsi que l'a remarqué M. de Blainville, n'est pas plus grosse chez les animaux à estomac complexe, très-musculeux, que chez ceux qui n'ont qu'un estomac simple à parois membraneuses.

3° *Au niveau de la jonction des deux racines d'une paire rachidienne, il existe une véritable décussation et un mélange intime entre les filets des deux racines. Elles se confondent toutes deux en un nerf mixte, de telle sorte qu'il devient impossible de les isoler au delà, et de déterminer si un rameau nerveux, né après cette union, provient de la racine antérieure plutôt que de la racine postérieure.*

Il n'y a pas une fusion réelle ni un mélange complet entre les fibres nerveuses du pneumogastrique et du spinal. Ces deux nerfs ne sont que simplement accolés ; leurs filaments, toujours distincts et facilement séparables sur des pièces macérées, ne s'associent qu'en très-petit nombre. On peut toujours suivre sans peine les filets que ces nerfs s'envoient, et constater que la branche interne du spinal se divise pour aller former, d'une part, le rameau pharyngien, etc.

Mais cet accollement partiel ne ressemble en rien à l'intrication complète et feutrée des deux racines d'une paire rachidienne. Il serait, au contraire, en tout comparable aux associations ou anastomoses des nerfs, comme on en observe, par exemple, à la face, entre le facial et le trijumeau, etc. En effet, la plus grande partie des fibres du spinal et du pneu-

mogastrique restent étrangères à cette décussation. On peut toujours, à l'aide de la dissection la plus simple, suivre le tronc intra-rachidien de l'accessoire, depuis son origine à la *moelle cervicale* jusqu'à sa terminaison dans les muscles sterno-mastoïdien et trapèze, sans perdre la continuité de ses fibres au niveau de son accollement avec le vague, ce qui est absolument impossible à l'égard des rameaux nerveux provenant des racines rachidiennes; et le scalpel le plus habile ne saurait les débrouiller, tant leur fusion est intime.

D'après ces seules raisons, auxquelles nous pourrions encore en ajouter beaucoup d'autres, nous concluerons :

Que, malgré leurs anastomoses, les nerfs pneumogastrique et spinal restent anatomiquement distincts l'un de l'autre, et ne sont pas dans les mêmes rapports anamiques que les racines d'une paire rachidienne.

2° *Le spinal peut-il être comparé physiologiquement à une racine antérieure des nerfs rachidiens?*

Personne n'ignore aujourd'hui que, lorsqu'on coupe à leur origine toutes les racines postérieures de la moelle qui se rendent dans un membre, *la sensibilité seule s'y trouve complétement abolie;* tandis que si on agit uniquement sur les racines antérieures correspondantes, *la motilité seule est détruite dans le membre, qui a néanmoins conservé toute sa sensibilité.* Eh bien! il est facile de comprendre que c'est de la même manière qu'on devait pouvoir démontrer les propriétés de la prétendue paire pneumo-spinale. Cela se résumera donc, comme le dit Bischoff (1), à couper le spinal avant son union avec le vague, et la question sera résolue si, après

(1) « Itaque mox cognovi rem explorari non posse nisi accesso-« rius intra cranium, priusquam cum vago sese jungeret, dissecaretur, etc. » (Th. cit., p. 87.)

cette section, la faculté motrice du pneumogastrique est entièrement abolie, ainsi que cela arrive après la destruction des racines antérieures qui se rendent dans un membre. C'est dans ce but que Bischoff et M. Longet ont institué leur expériences.

Expériences de Bischoff.—Des 7 expériences que cet auteur rapporte, une seule lui paraît probante : c'est la dernière. Nous les mentionnerons toutes cependant, à cause de certaines particularités qu'elles ont offertes et pour ne rien négliger des arguments sur lesquels Bischoff appuie sa théorie.

1re *expérience.* (Chien.) (1) — Essai infructueux pour arriver sur les origines du pneumogastrique et du spinal, au moyen d'une couronne de trépan. La mort survint rapidement *par l'hémorrhagie qui suivit l'ouverture des sinus.*

L'auteur choisit, pour ses autres expériences, un procédé plus simple, qui consistera à fendre la membrane occipito-atloïdienne, après avoir disséqué les muscles postérieurs du cou au moyen d'une incision en T.

2e *expérience.* (Chien.) — L'animal, épuisé *par la perte considérable de sang,* meurt avant la fin de l'expérience.

3e *expérience.* (Chien jeune et vigoureux.) — Le ligament occipito-atloïdien postérieur mis à découvert et la dure-mère divisée, il s'écoula une grande quantité de liquide *céphalo-rachidien.* Bischoff, voyant alors distinctement les deux nerfs spinaux placés sur les côtés de la moelle allongée, parvient à les diviser facilement au-dessus de la première paire rachidienne.

A la section du spinal droit, le chien hurla et pencha la tête à droite; à la section du spinal gauche, même cri, et la tête se penche de ce côté. Mais le sinus latéral droit ayant été blessé, *l'animal meurt aussitôt.*

Cette expérience, de même que les précédentes, ne prouve

---

(1) Th. cit., p. 87 et suiv.

rien, dit Bischoff; l'expérimentation est très-difficile, ajoute-t-il, à cause de la grande quantité de sang qui gêne le manuel opératoire, et qui, de plus, affaiblit les animaux, au point de compliquer les résultats. Cependant il poursuit ces tentatives.

4e *et* 5e *expériences sur deux chiens.* — Bischoff parvient, en divisant la membrane occipito-atloïdienne, à couper les deux spinaux au-dessus de la première paire rachidienne.

Après cette opération, les deux chiens eurent la voix rauque et altérée; ils se tenaient roides sur leurs pattes, en présentant dans leur démarche cette incertitude des mouvements à laquelle on a donné le nom de *titubation*. Bischoff explique cette dernière particularité par l'issue du liquide *céphalo-rachidien,* et invoque, à ce sujet, les expériences de M. Magendie rapportées par Desmoulins (1).

Les deux animaux purent être conservés jusqu'à guérison; et ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'après quelques semaines la voix revint avec son timbre ordinaire. A cette époque, dit Bischoff, les animaux présentaient encore de l'incertitude dans la marche; mais les muscles sterno-mastoïdiens jouissaient de tous leurs mouvements dans les inspirations forcées.

Bischoff ne dit rien à l'égard de la respiration, de la déglutition ni de la circulation.

L'autopsie, faite avec beaucoup de soin, prouva que les spinaux étaient bien coupés; mais elle permit aussi de constater, dit l'auteur, qu'au-dessus du point de leur section, il restait quelques filets supérieurs du spinal qui permettaient à ces nerfs d'exécuter encore leurs fonctions. *Fere octo radices illæsas a medulla oblonga accipere,* etc.

L'ablation des spinaux n'avait donc été que partielle, et la

(1) Desmoulins, *Anatomie des systèmes nerveux*, t. II, p. 538.

persistance des racines supérieures des nerfs explique suffisamment, dit Bischoff, la persistance des mouvements dans les sterno-mastoïdiens et le retour de la voix.

6e *expérience.* (Chevreau.) — Bischoff commençait à désespérer d'arriver à une expérience complète quand par hasard il observa que sur les chèvres l'espace entre l'occipital et l'atlas, étant beaucoup plus grand, permettrait d'atteindre les racines supérieures du spinal. Il se décida à tenter de nouvelles expériences sur ces animaux, qui, plus criards et plus sensibles que les chiens, lui semblaient encore, sous ce rapport, devoir être plus favorables à ce genre de recherches.

Sur un premier chevreau, Bischoff, après avoir ouvert la membrane occipito-atloïdienne, fut encore obligé de diviser les os pour atteindre les racines supérieures du spinal. Malgré le sang qui coula en abondance, il coupa autant qu'il put toutes les racines des nerfs accessoires. Cependant l'animal ne perdit pas entièrement la voix.

L'autopsie étant venue apprendre qu'il restait encore 4 ou 5 filets intacts de chaque côté, on s'expliqua comment la voix n'avait pas été complétement abolie.

7e *expérience.* (Chevreau.) — Sur un autre chevreau plus vigoureux, Bischoff répéta la même expérience avec un plein succès. Après la section complète de toutes les racines du spinal droit, la voix devint rauque. A mesure qu'on les divisait du côté opposé, la voix s'éteignit graduellement, et à la fin l'animal ne rendit plus qu'une espèce de son qui ne pouvait être qualifié du nom de *voix. Qui neutiquam vox appellari potuit* (1).

Tiedemann et Seubert étaient présents à cette expérience. L'autopsie du chevreau, faite par Bischoff en leur présence, démontra que toutes les racines des spinaux avaient été coupées, et que le vague était resté intact des deux côtés.

Bischoff ne refit plus cette expérience, et il se félicite beaucoup d'avoir pu réussir une fois devant des témoins aussi illustres que ceux qui l'assistaient.

---

(1) Bischoff, th. cit., p. 94.

C'est d'après cette seule expérience que Bischoff a conclu que le spinal représentait la seule racine motrice du vague. *Mihi jure videor id posse affirmari, quod hac disputatione volui probari :*

Nervum accessorium nimirum nervum motorium esse, ideo in parte vagi adscisi, ut motus, quibus hic, qui sensificus tantummodo nervus est, præesse videtur, ipse perficiat; eundem ergo præesse motibus quoque musculorum laryngis, undeque nervum esse vocalem.

Verum hunc memorem esse velim me nusquam dixisse nervum accessorium vocalem tantummodo esse; *sed ubique censui* accessorium nervum esse motorium, *ideoque, ut me repetam, in partes vagi adscisi, ut omnes motus, quibus hic præesse videretur, ipse perficeret* (1).

Expériences de M. Longet. — Moins heureux que ne l'avait été Bischoff sur son chevreau, M. Longet répète inutilement l'expérience sur un de ces animaux et sur un chien, qui tous deux moururent d'*hémorrhagie* avant la fin de l'expérience.

Dans une autre circonstance, M. Longet obtint, par la section des spinaux à la manière de Bischoff, de la raucité de la voix sur trois chiens, mais jamais aphonie complète.

Enfin, ayant encore expérimenté avec le galvanisme, l'auteur conclut de la manière suivante : *Quoique, dans toutes ces expériences, nous n'ayons pas pu parvenir à des résultats absolus, il n'en est pas moins vrai que ceux qui se sont offerts à notre observation confirment la doctrine dans laquelle une portion du nerf spinal est réputée animer les muscles du larynx* (2).

---

(1) Th. cit., p. 95.

(2) *Recherches expérimentales sur les fonctions des nerfs et des muscles du larynx et sur l'influence du nerf accessoire de Willis dans la phonation*, p. 30, 31.

Prise dans de semblables limites, cette conclusion est juste et découle de l'expérience ; mais dans son ouvrage, M. Longet, sans citer cependant d'autres faits, se prononce beaucoup plus formellement sur la doctrine de Bischoff.

« *Le pneumogastrique* préside, dit M. Longet, 1° à la sensibilité des membranes muqueuses laryngée, trachéale, bronchique, pharyngée, œsophagienne et stomacale ;

« 2° Peut-être influence-t-il la sécrétion biliaire, etc.

« L'*accessoire de Willis* anime les muscles du larynx, le tissu contractile de la trachée et des bronches, les trois muscles constricteurs pharyngiens, les membranes musculaires de l'œsophage, de l'estomac, et enfin les muscles sterno-cléido-mastoïdien et trapèze » (1).

Puis, partant de ce point comme bien admis, M. Longet arrive à donner l'explication suivante, qui lui appartient, de la disposition anatomique bizarre qu'offre le spinal : « En admettant, dit cet auteur, comme suffisamment démontrée la doctrine fondamentale que nous venons de professer sur le pneumogastrique et son accessoire, une remarque importante s'offre d'elle-même, c'est qu'il n'est point, dans l'économie animale, un seul nerf moteur duquel dépendent des mouvements aussi directement nécessaires à l'entretien de la vie que le sont les mouvements influencés par le spinal, qui, en effet, préside à tous ceux du larynx, de la trachée, des bronches, du pharynx, de l'œsophage, de l'estomac. Le cœur lui-même n'est probablement pas étranger à l'influence de ce nerf, dont la bizarre origine est liée sans doute à sa haute mission physiologique.

« Veut-on être fortement frappé de l'origine toute singulière du spinal, il faut l'examiner sur de grands animaux, tels que

(1) Longet, *Anatomie et physiologie du système nerveux de l'homme*, etc., t. II, p. 266.

le bœuf, le cheval, etc., chez qui on voit ce nerf sortir des faisceaux latéraux de la moelle dans une longueur de près de 1 mètre, tandis que quelques millimètres d'étendue suffisent à l'émergence des autres paires nerveuses. A quoi tient cette particularité différentielle si remarquable? Convaincu que la nature, toujours prévoyante et fidèle au but de conservation qui domine ses œuvres, a multiplié, en proportion de l'importance des fonctions, les ressources et les moyens propres à en assurer le libre et facile exercice, j'ai pensé que, si le spinal prend des insertions dans une aussi grande étendue de l'axe rachidien, c'est pour que son intégrité fonctionnelle soit mieux assurée, que la brusque interruption de l'influence de ce nerf important soit moins facile. A l'exemple des autres cordons nerveux, eût-il simplement tiré son origine d'une partie limitée des masses centrales, une lésion en ce point eût aussitôt suspendu son action, qui, au contraire, malgré le cas supposé, aurait pu persister, à l'aide d'une origine étendue à une plus grande surface. Or, cette dernière disposition est la vraie, et nous venons de faire sentir son but final.

« S'étonnera-t-on encore de trouver cette disposition d'origine tout exceptionnelle à un nerf dont les usages, si différents de ceux des autres nerfs de sa classe, se lient, pour ne pas parler de la circulation, aux phénomènes mécaniques les plus essentiels de la respiration et de la digestion? En effet, nous avons prouvé que les mouvements de la glotte dérivent de l'action du spinal, et aujourd'hui personne n'ignore la part importante de la glotte dans les actes mécaniques de la respiration, part tellement importante que, selon l'âge, la paralysie de cet orifice abolit brusquement, ou tout au moins gêne l'hématose, qui. pour s'accomplir entièrement, réclame l'entrée facile de l'air extérieur dans les organes pulmonaires. N'avons-nous pas démontré que le spinal tient encore sous sa dépendance les mouvements du pharynx et de l'œsophage,

mouvements sans lesquels les substances alimentaires ne pourraient arriver dans l'estomac sans doute, lui-même paralysé? L'animal, avec toute la partie supérieure de son tube digestif, frappé de paralysie, se trouverait donc dans l'impossibilité absolue de se nourrir.

« Qu'on me cite dans l'économie un autre nerf dont la mission physiologique soit aussi grave, et je m'étonnerai peut-être d'une origine aussi exceptionnelle » (1).

Les résultats que Bischoff et M. Longet ont obtenus en coupant les spinaux sont incontestables, comme nous le verrons plus loin; mais seulement, ces auteurs en ont tiré des conclusions qui sont attaquables, parce qu'elles vont bien au delà de ce que leurs expériences démontrent.

La voix a été abolie dans un cas, et rauque dans quelques autres, à la suite de l'ablation des spinaux par un procédé qui met à découvert le cervelet et la moelle allongée, et mutile horriblement les animaux. Tel est littéralement le résumé des expériences de MM. Bischoff et Longet.

Or, tirer de ce simple résultat la conclusion *que l'anastomose interne du spinal* préside à tous les mouvements de la moitié supérieure du tube digestif, à ceux des appareils vocal, respiratoire et circulatoire, c'est évidemment abuser de l'induction.

M. Longet va au delà des faits pour suivre un système, quand il soutient cette manière de voir. Autrement, cet auteur eût certainement reculé devant toutes les hypothèses auxquelles cette doctrine doit conduire. Il s'ensuivrait, en effet, que les trois fonctions justement indispensables à la vie, la respiration, la circulation et la digestion, reposeraient sur *un*

---

(1) Longet, *op. cit.*, t. II, p. 267, 268

seul filament nerveux (*l'anastomose interne du spinal*), et que celui qui trancherait ce filet singulier paralyserait complétement ces fonctions et arrêterait à l'instant le cours de notre existence.

Cette mission extraordinaire du spinal est loin d'être prouvée par les expériences, et les explications qui en découlent sont en désaccord avec l'anatomie (1). Et quand même, rien ne justifierait la nature d'avoir multiplié et étendu les origines de ce nerf en raison de ce but final, car, sous ce rapport, la vie de certains animaux, tels que le bœuf et le cheval, se trouverait beaucoup mieux assurée que celle de l'homme.

Ajoutons à cela que ces explications ne portent que sur un côté de la question, et il serait difficile de concilier l'importance des fonctions du spinal avec la distribution de la majeure partie des fibres de ce nerf (branche externe) dans des muscles du cou dont les usages, bien secondaires à la vie, sont déjà assurés par des nerfs provenant d'une autre source (*plexus cervical*).

En un mot, toute cette théorie me semble si exceptionnelle qu'il eût fallu, pour l'admettre, y être contraint par les expériences les plus multipliées et les plus concluantes. Or, ce n'était point ici le cas. Ces premières expériences ne pouvaient qu'en faire désirer d'autres; mais elles ne suffisaient point pour asseoir un jugement définitif. Elles n'étaient point les limites du possible en expérimentation ; on devait en tenter d'autres, et je vais soumettre les résultats de quelques-unes de celles que j'ai faites dans le but de vérifier la théorie de MM. Bischoff et Longet.

---

(1) Puisqu'il est démontré par les dissections de Bendz, Spence et les miennes, que les filaments qui concourent à la formation de la branche interne du spinal ont une origine très-restreinte, et ne descendent pas au-dessous de la première paire rachidienne.

Suivant nous, les expériences de ces auteurs démontrent qu'après l'ablation des spinaux, *la voix est rauque ou abolie;* mais elles ne prouvent rien de plus; pour savoir si, après la section du spinal, toute la faculté motrice du nerf pneumogastrique était perdue, comme cela arrive dans un nerf mixte dont on a coupé la racine motrice, il aurait fallu s'assurer sur les animaux vivants que le pharynx, l'œsophage, l'estomac, les poumons, le cœur, étaient paralysés de leurs mouvements, et avaient conservé seulement de la sensibilité. Or, jamais l'état où se trouvaient les animaux n'a permis de constater directement ces faits.

Il aurait encore fallu faire la contre-épreuve et couper isolément le pneumogastrique, afin de savoir si les mouvements du pharynx, du larynx, de l'œsophage, de l'estomac, des poumons, du cœur, auraient continué sous l'influence seule du spinal.

Pour répondre au premier *desideratum,* j'ai détruit bien complétement les deux spinaux sur un bon nombre d'animaux, jeunes ou adultes, chats et lapins. Tous ces animaux ont survécu, à raison de l'innocuité du procédé opératoire employé (1). Chez tous aussi *la voix fut abolie.* Mais, à part quelques autres troubles particuliers que nous exposerons en leur lieu, la circulation, la digestion, la respiration, n'avaient pas éprouvé la moindre atteinte. Toutes ces fonctions ont persisté, comme avant, pendant des mois entiers, et elles auraient continué probablement si on n'avait pas sacrifié les animaux. L'intégrité de ces fonctions est donc un fait en opposition directe avec la théorie de Bischoff; car elles auraient dû

(1) Dans la deuxième partie de ce mémoire, toutes ces expériences et le procédé opératoire seront exposés avec détail. Je ne m'arrête ici que sur la persistance de la vie après l'ablation des nerfs spinaux, qui est la circonstance importante pour résoudre la question que nous discutons en ce moment.

s'éteindre, et les animaux mourir, si le poumon, le cœur, l'estomac, l'œsophage, le pharynx, avaient été paralysés de leurs mouvements.

Ainsi nous sommes conduits à admettre *que le spinal n'influence pas les mouvements du cœur, du poumon, de l'estomac ou de l'œsophage.*

Nous avons ensuite, sur de très-jeunes chiens, réséqué séparément les racines du pneumogastrique, en ménageant celles du spinal. Bientôt les animaux sont morts suffoqués avec tous les symptômes bien connus qu'entraîne ordinairement la section des pneumogastriques hors du crâne.

Il est donc bien positif que le nerf vague n'est pas seulement un nerf de sentiment comme une racine postérieure, mais qu'il possède une faculté motrice qu'il ne tient pas du spinal.

Pour rester d'accord avec tous ces faits, nous devons donc dire :

1° *Que le spinal est un nerf moteur, malgré son origine dans le sillon collatéral postérieur de la moelle ;*

2° *Que le pneumogastrique est un nerf mixte* (1), *c'est-à-dire moteur et sensitif à la fois, malgré son origine sur les faisceaux postérieurs de la moelle allongée ;*

3° *Que le pneumogastrique et le spinal sont physiologiquement indépendants l'un de l'autre ; qu'ils ne se*

---

(1) En disant que le pneumogastrique est un nerf mixte, nous ne prétendons certainement pas avancer qu'une même fibre nerveuse primitive puisse servir à la fois au *mouvement* et au *sentiment;* mais nous voulons établir que, dans le point très-circonscrit de la moelle allongée qui donne insertion au pneumogastrique, il naît simultanément un certain nombre de fibres *motrices* et *sensitives*, et nous disons que tous ces filaments, à leur origine apparente ou émergence, sont déjà mélangés et contigus, au point qu'il est impossible de dire, par exemple, en regardant l'origine du vague : voici sa racine motrice, voilà sa racine sensitive.

trouvent pas dans les mêmes rapports physiologiques que les deux racines d'une paire rachidienne, et que conséquemment la loi de systématisation des nerfs rachidiens ne peut leur être appliquée.

Résumé de la première partie.

Les théories de Willis et de Scarpa sur les fonctions du nerf spinal sont dépourvues de preuves expérimentales directes; elles ne peuvent être conséquemment que l'interprétation plus ou moins probable des connaissances anatomiques propres à chacun de ces auteurs.

Les travaux de Ch. Bell et de Bischoff nous ont fait connaître quelques faits nouveaux. Mais ces résultats sont restés incomplets et stériles, parce que leurs auteurs avaient tous deux le même but, celui de ramener la physiologie du nerf spinal à une doctrine préconçue.

Ch. Bell, qui n'avait en vue que *la théorie des nerfs respirateurs,* n'a expérimenté que sur *la branche externe.*

Bischoff, qui ne voyait que la théorie *des nerfs rachidiens,* a surtout étudié *la branche interne,* qui se prêtait mieux à sa manière de voir.

De tout cela, il est résulté que les fonctions réelles du nerf spinal sont encore à démontrer.

Quant à nous, n'ayant pas l'intention de prouver un système plutôt qu'un autre, mais ayant l'unique désir de rechercher les usages du nerf spinal, nous avons commencé par faire des expériences sur les animaux vivants; nous les avons variées et répétées de toutes les manières, afin d'éviter les complications et les sources d'erreurs. Puis, reprenant la série des phénomènes qui se sont présentés à notre observation, nous les avons contrôlés par les faits anatomiques et physiologiques déjà connus.

Si, parmi ces phénomènes, nous acceptons les uns parce

qu'ils s'expliqueront facilement au moyen des théories actuellement démontrées dans la science, nous ne devrons pas repousser les autres parce qu'ils sont nouveaux et qu'ils n'y rentrent pas. Seulement, nous devrons être plus sévère à leur égard. La nature même de ces résultats nous inspirera les moyens expérimentaux à mettre en usage pour les analyser, et nous les faire rejeter s'ils sont douteux ou exceptionnels, ou bien nous les faire admettre et interpréter s'ils sont vrais.

En un mot, nous laisser diriger par les expériences, n'ayant d'autre souci que celui de nous prémunir contre les causes d'erreur, et d'autre but que celui de dire où les faits nous ont conduit : telle est la marche que nous suivrons dans la deuxième partie de ce travail.

Nota. Je viens d'apprendre que Bischoff ne soutient plus aujourd'hui sa théorie sur le spinal, et qu'il professe avec la plupart des physiologistes allemands que le pneumogastrique est à la fois un nerf de mouvement et de sentiment. (Voir, dans *Archives de Muller,* les *comptes rendus de* 1840 *et* 1841.)

M. le docteur Van Kempen, à qui je dois ces renseignements, est arrivé également, par une série d'expériences faites au moyen du galvanisme, à démontrer la nature mixte du nerf vague et du glosso-pharyngien. (*Essai sur la nature fonctionnelle du pneumogastrique;* Louvain, thèse de 1842.)

DEUXIÈME PARTIE.

Exposé des faits anatomiques et des expérienes sur le spinal, et déductions qu'on peut en tirer relativement aux fonctions de ce nerf.

Tous les physiologistes qui ont considéré le pneumogastrique et le spinal comme représentant les éléments d'une paire nerveuse ont dû, par suite de cette idée, confondre et étudier simultanément les fonctions de ces deux nerfs. Contrairement à cette manière de voir, nous avons vu que le pneumogastrique et le spinal sont parfaitement indépendants l'un de l'autre dans l'accomplissement de leurs fonctions. En conséquence, nous séparerons l'étude physiologique de ces deux nerfs, et tout ce qui va suivre se rapportera spécialement au spinal.

§ 1er. — ANATOMIE.

Nous rappellerons seulement les faits anatomiques les plus importants, en les groupant dans quelques propositions :

1° Le nerf spinal est composé par une série de filaments nerveux, à origines superficielles et bifurquées, qui s'implantent sur la ligne de séparation des cordons postérieurs et latéraux de la moelle. — *Dans l'homme*, les origines du spinal commencent *en haut*, sur les côtés de la moelle allongée, au-dessous du nerf vague, et descendent *inférieurement* jusqu'à la racine postérieure de la 5e paire cervicale environ. — *Dans quelques mammifères*, les origines du spinal s'étendent *inférieurement*, beaucoup plus loin; dans le cheval, par exemple, elles ne s'arrêtent guère qu'au niveau de la 1re paire dorsale, etc. — *Dans les oiseaux*, le spinal ne dépasse pas *inférieurement* la racine postérieure de la 1re paire cervicale. Nous invoquons, à l'appui de cette assertion, nos propres

dissections et les belles planches qui sont placées à la fin du mémoire de Bischoff.

2° Le spinal, étant ainsi constitué par l'assemblage de tous ses filets d'origine, remonte dans le crâne pour sortir par le trou déchiré postérieur, et il se divise alors en deux rameaux : l'un, plus gros, appelé *branche externe*, va se distribuer dans les muscles sterno-cléido-mastoïdien et trapèze ; l'autre, plus petit, appelé *branche interne ou anastomotique*, s'associe au pneumogastrique, et va se répandre dans les muscles du pharynx et du larynx.

3° *Dans l'homme et les mammifères*, les origines du spinal se divisent en deux ordres. 1° Toutes celles qui s'implantent *sur la moelle allongée* sont destinées exclusivement à la formation de la *branche interne* du spinal, dite *anastomotique du vague*. 2° Toutes celles qui naissent *au-dessous* de ce point et qui s'insèrent à la moelle épinière cervicale constituent exclusivement la *branche externe*.

Il en résultera que, chez les mammifères, plus les origines du spinal s'étendront inférieurement, plus la branche externe grossira, *et vice versa*. Les *oiseaux* possédant, seulement les filets qui naissent *au-dessus* de la 1re paire cervicale, ont donc un spinal qui est réduit à la *branche interne*.

Dans cette classe d'animaux, la non existence de la *branche externe* s'accorde avec l'absence de muscles correspondant physiologiquement aux sterno-mastoïdiens et trapèzes.

4° Le nerf spinal doit être considéré comme un nerf essentiellement moteur.

Sa *branche interne* s'associe au pneumogastrique, au glosso-pharyngien et au grand sympathique, à la faveur du plexus pharyngien.

Sa *branche externe* s'associe des filaments qui proviennent du plexus cervical.

§ II. — PHYSIOLOGIE DU SPINAL.

1° *Propriétés du nerf spinal.*

Si l'on met à découvert sur un chien ou sur un chat vivants la portion intra-rachidienne du spinal, on constate, en agissant avec précaution, que ce nerf est constamment insensible aux irritations mécaniques dans toute la partie de son tronc situé *au-dessous* de la moelle allongée. Au-dessus de ce point, le spinal possède ordinairement une certaine dose de sensibilité qui semble augmenter à mesure qu'on remonte et qu'on s'approche des origines du pneumogastrique. — La *branche externe* du spinal, pincée en dehors du crâne, avant sa division en rameaux musculaires, est toujours insensible. Lorsqu'on agit sur ses ramifications terminales, non loin de leur insertion dans les muscles, on y réveille quelquefois de la sensibibité, ce qui n'a pas lieu de surprendre, puisque le spinal a déjà reçu des fibres d'association du plexus cervical.

2° *Destruction du spinal sur les animaux vivants. — Procédés opératoires.*

a. *Procédé de Bischoff.* — L'opération à laquelle cet auteur s'est définitivement arrêté consiste, ainsi que nous l'avons vu, à découvrir et à diviser la membrane fibreuse qui unit postérieurement l'occipital à l'atlas. On arrive, par ce moyen, dans la cavité rachidienne, et on aperçoit distinctement les deux nerfs spinaux qui sont placés sur les côtés de la moelle allongée. Mais, comme le remarque fort bien Bischoff, cette ouverture, suffisante pour détruire les origines inférieures du spinal, ne permet pas, sur les chiens ni sur les chevreaux, d'en diviser les racines supérieures ; et on est dans la nécessité, pour les atteindre, d'enlever encore une certaine portion de l'occipital.

Il y aurait ainsi deux temps dans l'opération : 1° ouverture de la membrane occipito-atloïdienne ; 2° section d'une partie de l'occipital. Le premier temps s'accomplit en général avec assez de facilité ; et c'est du reste le procédé que M. Magendie emploie pour obtenir le liquide céphalo-rachidien. Mais au deuxième temps, quand on coupe le tissu osseux de l'occipital, les sinus veineux, qui sont presque inévitablement divisés, fournissent souvent une très-grande quantité de sang ; et on voit alors, dans le plus grand nombre des cas, les animaux faiblir rapidement et mourir avant la fin de l'expérience.

Bischoff et tous les expérimentateurs qui, après lui, ont employé le même procédé, ont attribué cette mort prompte des animaux à une *hémorrhagie considérable.* Quant à moi, après avoir répété un très-grand nombre de fois l'opération de Bischoff sur des chiens, des chats et des lapins, je puis certifier que, dans tous les cas, la mort est survenue par l'*introduction de l'air dans le cœur*. En effet, aussitôt qu'un sinus ou même les petites veines osseuses qui s'y rendent ont été ouverts, on voit des bulles d'air mélangées au sang fluer et refluer en suivant les mouvements respiratoires ; et si l'animal fait des inspirations profondes, la cessation de la vie est presque instantanée. J'ai toujours eu soin de disséquer les animaux après la mort, et je me suis assuré que les veines jugulaires étaient pleines d'air, ainsi que les cavités droites du cœur.

N'ayant donc plus aucun doute sur le mécanisme de la mort des animaux et sur la nature de la cause qui empêchait la réussite de l'expérience, j'ai travaillé, avec une persévérance infatigable, à trouver un moyen pour éviter l'*introduction de l'air dans les veines.*

Par une série de tentatives très-multipliées dont j'abrégerai le récit, j'ai essayé tantôt de lier les quatre veines jugulaires, tantôt d'obstruer la veine cave supérieure, afin d'empêcher la déplétion brusque des sinus dans l'inspiration, et forcer

le sang à s'écouler par le système veineux rachidien. Mais l'engorgement des sinus occipitaux et l'hémorrhagie abondante qui s'ensuivait apportaient un obstacle de plus à l'accomplissement de l'expérience. La mort, quoique plus lente, survenait encore par le même mécanisme, et à l'autopsie, je trouvais la veine azygos et le cœur droit rempli d'air. Enfin, je songeai à cautériser et à boucher directement les sinus de l'occipital. Pour cela, j'employai deux moyens : le premier consistait à faire la section de l'occipital avec un gros couteau rougi au feu, et transformé ainsi en cautère actuel; le second moyen, que je préfère au précédent, consiste à pratiquer, avec un perforateur, immédiatement au-dessous de la saillie occipitale externe, un petit trou qui pénètre dans le torcular. Par cette ouverture, qu'il faut avoir soin de fermer aussitôt avec le doigt pour empêcher l'entrée de l'air, on introduit avec pression le siphon conique d'une petite seringue, et on pousse avec beaucoup de lenteur dans les sinus une solution concentrée de persulfate de fer ou de nitrate d'argent. De cette façon, on obtient assez sûrement l'obstruction des sinus par la coagulation du sang qu'ils contiennent, surtout si on fait préalablement la ligature temporaire des jugulaires.

A l'aide de ces modifications opératoires, qui rendent l'expérience excessivement longue, et qui ne sont pas toujours des moyens infaillibles, je suis parvenu cependant, dans 4 cas, à faire vivre les animaux (3 chiens et 1 chat) pendant quelques heures. Il m'a été possible alors de répéter convenablement l'expérience de Bischoff, et j'ai pu étudier avec soin les phénomènes qui résultent de la section des origines du spinal.

Voici ce que j'ai observé à ce sujet:

J'ai pu diviser les origines inférieures des deux spinaux sans que la voix éprouvât la moindre altération. Ce n'est qu'à mesure qu'on arrive à couper les filets originaires supérieurs que les cris commencent à devenir rauques; puis la voix est complétement éteinte lorsque la destruction des spinaux est

achevée. Les faits précités et d'autres semblables, déjà vus par Bischoff et par M. Longet, amènent à cette conclusion que le spinal préside à la phonation seulement par ses origines supérieures.

Afin de ne conserver aucun doute à cet égard, j'ai varié l'expérience de la manière suivante: Dans un cas (sur un chien), au lieu de diviser les racines du spinal en procédant de bas en haut, j'ai commencé par couper seulement les trois ou quatre filets originaires supérieurs des deux côtés. L'animal ne rendit plus après qu'une sorte de souffle expiratoire assez rude, et *la voix fut abolie, quoique toutes les origines inférieures du spinal n'eussent pas été lésées.* J'obtins dès lors la démonstration de la proposition énoncée plus haut. Nous ferons remarquer que ces faits sont pleinement confirmés par l'anatomie. Nous avons vu, en effet, que la *branche interne ou anastomotique* du spinal qui s'associe au vague est formée uniquement par les filets originaires supérieurs, tandis que ceux qui s'insèrent inférieurement sur la moelle épinière cervicale vont constituer la *branche externe.*

Mais, après les opérations que nous venons de rapporter, les animaux étaient toujours trop malades pour que nous ayons pu, dans aucun cas, tirer des conclusions certaines relativement à l'influence des spinaux sur les poumons, le cœur, etc. Il ne nous a jamais été possible de prolonger la vie au delà de cinq heures, et, du reste, les mutilations étaient si grandes, qu'il est difficile de comprendre comment la guérison aurait pu arriver, sans amener, du côté de la moelle allongée et des nerfs pneumogastriques qui en naissent, des altérations très-graves. Or, ces complications auraient empêché de savoir si les phénomènes observés ultérieurement dépendaient de l'ablation du spinal ou d'une lésion consécutive du vague. En un mot, pour conserver les animaux et savoir si le spinal agissait sur d'autres organes que sur le larynx, il fallait absolument renoncer à cette manière d'expérimenter, et parvenir

à enlever les spinaux sans ouvrir la cavité crânienne. Telle est l'expérience que j'ai réalisée à l'aide du procédé suivant.

b. *Procédé de l'auteur.* — Ce procédé consiste à saisir le spinal à sa sortie du trou déchiré postérieur, et à opérer par arrachement la destruction de toutes ses origines intra-rachidiennes. Voici le mode opératoire : Par une incision étendue de l'apophyse mastoïde jusque un peu au-dessous de l'apophyse transverse de l'atlas, on découvre la branche externe du spinal dans le point où elle se dégage en arrière du muscle sterno-mastoïdien. Avec une petite airigne, on fait soulever par un aide la partie supérieure du muscle sterno-mastoïdien ; et disséquant avec soin la branche externe du spinal, on s'en sert comme d'un guide pour parvenir jusqu'au trou déchiré postérieur. Chemin faisant, il suffit de quelques précautions pour éviter la lésion des vaisseaux et des nerfs voisins. Lorsqu'on est arrivé près du trou déchiré postérieur, et après avoir isolé le spinal avec le plus grand soin, on le saisit longitudinalement avec des pinces modifiées pour cet usage (1), et on exécute sur ce nerf une traction ferme et continue, c'est-à-dire sans secousses. Bientôt on sent une espèce de craquement ; la résistance est vaincue, et on ramène, au bout des pinces, un long cordon nerveux conique, se terminant par une extrémité excessivement ténue : ce n'est rien autre chose que toute la portion intra-rachidienne du spinal.

D'après la description qui précède, on voit que cette manière d'enlever les spinaux est exempte de grandes mutilations, et qu'elle offre, dans son manuel opératoire, une simplicité qui doit la faire préférer. Elle présente également un degré de certitude irréprochable.

---

(1) Ces pinces ressemblent beaucoup aux pinces à torsion pour les artères ; seulement les dentelures qui composent le mors, au lieu d'être tranchantes, doivent être arrondies, afin que le nerf puisse être serré solidement sans que le névrilème soit coupé.

Avant d'appliquer ce procédé aux animaux vivants, je l'ai étudié scrupuleusement sur des animaux morts, auxquels j'avais préalablement découvert les origines intra-rachidiennes du spinal. J'ai pu ainsi m'assurer directement que *tous* les filaments originaires spinaux sont toujours arrachés et entraînés dans l'opération, tandis que ceux du vague sont respectés. Je dis même plus, c'est qu'il serait impossible, par ce procédé, de détruire partiellement les origines du spinal. En effet, tous les filaments qui composent ce nerf sont réunis dans le trou déchiré postérieur en un seul tronc nerveux qui est séparé du pneumogastrique par une lamelle celluleuse; et l'expérience m'a appris que par la traction, ne fût-elle exercée que sur la *branche externe,* on n'en extirpe pas moins constamment le tronc entier du nerf, ou, autrement dit, toutes les fibres nerveuses qui sont intriquées et soudées dans la gaîne névrilématique spinale qui leur est commune. Du reste, toutes ces preuves deviennent inutiles dès que nous pouvons comparer les résultats que nous obtenons ainsi avec ceux donnés par la méthode de Bischoff, qui agit à découvert; et, d'autre part, devant toujours soumettre nos expériences à un *criterium* sûr, qui est l'autopsie des animaux, nous ne nous étendrons pas davantage sur leur valeur.

J'ai expérimenté sur des chiens, des chats, des lapins et des surmulots. Chez tous ces animaux, l'extirpation du spinal est également facile, excepté sur le chien, où elle échoue presque toujours. Cela tient à la densité du tissu cellulaire qui, chez cet animal, unit le névrilème avec le périoste des os qui livrent passage aux nerfs de la 8e paire. Cette circonstance particulière fait que le spinal se casse ordinairement sous les mors de la pince plutôt que de se laisser arracher (1).

---

(1) Cette extirpation des nerfs n'est pas un procédé qui soit

J'ajouterai qu'on doit préférer les animaux encore jeunes, et que les chats sont surtout favorables à ce genre d'expérience, à cause de leur nature criarde.

Jamais je n'ai vu survenir de complications à la suite de cette opération. Au bout de 4 à 5 jours, les plaies du cou sont habituellement cicatrisées, et les animaux sont rendus à leur état normal, moins les spinaux qu'ils n'ont plus.

Ainsi, par ce procédé, nous avons atteint notre but : les spinaux ont été été bien détruits, et les nerfs pneumogastriques ménagés. Les animaux ont survécu. Dès lors il nous a été permis de constater des phénomènes nouveaux, et nous avons pu observer toutes les phases des troubles fonctionnels qui suivent l'ablation des nerfs dont nous voulions étudier les usages.

3° *Fonctions du spinal.*

Première série d'expériences. — Ablation complète des nerfs spinaux (1).

1re *expérience.* — Le 25 octobre 1842, j'ai enlevé les deux spinaux à un chat mâle adulte et bien portant. La *voix* devenue rauque, après l'ablation d'un seul spinal, fut subitement abolie quand la destruction des deux spinaux fut opérée. Le chat étant débarrassé de ses liens et remis en liberté, voici ce qu'on observa : Cet animal, qui, avant l'expérience, était très-remuant et très-criard, se retira dans un coin où il resta calme environ pendant

---

spécial au spinal. C'est une méthode nouvelle d'expérimentation que nous avons appliquée au facial, à l'hypoglosse, à tous les nerfs crâniens en général. Nous répétons que chez le chien l'application de cette méthode offre beaucoup de difficulté.

(2) Toutes ces expériences ont été répétées un grand nombre de fois. Nous avons sacrifié en tout 11 chats, 18 lapins, 2 surmulots, 4 chiens adultes et une portée de 3 petits chiens. Nous ne rapporterons ici qu'une expérience de chaque espèce.

une heure, exécutant de temps en temps une sorte de mouvement de déglutition, mais sans proférer aucun miaulement.

Quand on pinçait la queue à l'animal pour lui arracher des cris, il entr'ouvrait les mâchoires, mais il ne rendait qu'une espèce de souffle bref et entrecoupé par des inspirations. Si on prolongeait la douleur, le chat, cherchant à s'échapper, produisait par fois un râlement brusque et rapide. A l'état de repos, la *respiration* ne paraissait nullement gênée; seulement, quand on forçait l'animal à se déplacer et à courir, il paraissait plus vite essoufflé et avait de la tendance à s'arrêter.

Le lendemain (26 octobre), le chat était complétement remis des souffrances et de la frayeur de son opération. Il était redevenu gai et caressant comme avant; mais il cherchait peu à miauler. Cependant, quand on lui présentait sa nourriture avant de la lui donner, il essayait de l'atteindre en voulant pousser des miaulements de désir, comme font les chats en pareils cas; mais ces miaulements spontanés se réduisaient, de même que ceux qu'on lui arrachait par la douleur, à un *souffle expiratoire*, quelquefois assez rude, et le plus ordinairement peu prolongé.

Si alors on jetait à l'animal son morceau de mou, il se précipitait d'abord sur lui avec voracité; mais bientôt son ardeur s'apaisait, et, *mangeant lentement, l'animal s'arrêtait et relevait la tête à chaque mouvement de déglutition.* Quand on troublait brusquement le chat à cet instant, on déterminait quelquefois une sorte de toux ou d'éternument, comme si des parcelles alimentaires tendaient à passer dans la trachée. La préhension des aliments liquides (lait) se faisait *lentement*, et la déglutition, quoique sensiblement gênée, paraissait cependant plus facile dans ce cas que pour les aliments solides.

Les jours suivants, le chat ne présenta rien de particulier. Les troubles légers de la déglutition, bien que toujours appréciables, surtout quand on dérangeait brusquement l'animal pendant son repas, devinrent par la suite un peu moins apparents. Les phénomènes *respiratoires, digestifs et circulatoires*, n'éprouvèrent pas la moindre atteinte. L'animal, d'une assez grande maigreur au moment de son opération, engraissa rapidement sous l'influence d'une bonne nourriture.

En un mot, à l'état de repos, ce chat n'offrait rien de remarquable à l'observation. Il n'y avait d'anormal chez lui que l'*ab-*

sence de la voix, la *gêne de la déglutition*, et un peu d'*anhélation* quand on le forçait à courir.

Ce chat, qui était très-apprivoisé, sortait dehors et rentrait ordinairement; mais le 28 décembre 1842, c'est-à-dire deux mois après l'opération, il fut perdu, de sorte que cette expérience ne put être complétée par l'autopsie.

2e *expérience.* — Le 12 janvier 1843, je fis l'extirpation des deux spinaux sur un autre chat adulte. J'obtins l'*abolition complète de la voix* avec des phénomènes semblables à ceux mentionnés dans l'expérience précédente.

Le 27 janvier (quinzième jour de l'expérience), désirant faire l'autopsie de ce chat, je voulus, avant de le sacrifier, examiner dans quel état se trouvait la glotte sur cet animal vivant, qui était ainsi devenu aphône par l'ablation des spinaux. Dans ce but, j'incisai verticalement la membrane thyro-hyoïdienne dans sa partie moyenne en évitant de léser les nerfs laryngés. Par cette ouverture, je saisis l'épiglotte avec des pince-airignes, et, ayant fait basculer le larynx pour attirer la glotte au dehors, voici ce que j'observai :

La glotte, *dilatée dans toute son étendue*, permettait un passage libre à l'entrée et à la sortie de l'air. La muqueuse laryngienne avait conservé toute sa sensibilité; et quand on venait à toucher avec un stylet l'intérieur du larynx ou les cordes vocales elles-mêmes, les lèvres de la glotte se rapprochaient légèrement; mais ce mouvement de resserrement était excessivement borné et ne déterminait plus *la tension et le rapprochement complet des cordes vocales.* Alors, si l'animal, tourmenté par la douleur, voulait former des cris, il chassait brusquement l'air de son poumon; mais les cordes vocales, n'étant pas tendues et ne se joignant pas, ne pouvaient être mises en vibration. La colonne d'air produisait seulement en passant le souffle assez rude qui avait remplacé la voix chez cet animal depuis que ses spinaux avaient été détruits. L'expiration vocale (aphône) était en général peu prolongée et entrecoupée par des mouvements inspiratoires brusques qui produisaient parfois une sorte de ronflement.

Après avoir observé ces phénomènes à plusieurs reprises, on sacrifia l'animal, et l'ouverture de son crâne, faite avec beaucoup de soins, démontra que les *deux spinaux étaient bien complétement enlevés.* Les poumons, de même que l'estomac, n'offraient pas la moindre altération.

3e *expérience.* — Le 12 décembre 1842, j'ai enlevé les deux spinaux sur un petit chat. La voix fut abolie, comme chez les chats adultes; cependant, quand ce petit animal voulait miauler, au lieu de rendre un souffle tout à fait aphône, il proférait parfois une sorte de *sifflement* bref et assez clair. Cet animal présenta aussi la gêne de la déglutition observée chez les chats adultes.

Le 28 décembre (seizième jour de l'opération), le chat fut sacrifié. A l'autopsie, on trouva néanmoins les spinaux complétement détruits. Les poumons et l'estomac étaient parfaitement sains.

Le sifflement particulier, dont il a été parlé plus haut, ne saurait du reste être considéré comme analogue au miaulement. C'est un phénomène mécanique qui dépend de l'exiguïté de la glotte; car si, sur un petit chat mort, on fait passer rapidement par le larynx une colonne d'air, au moyen d'un soufflet adapté à la trachée, on arrive à déterminer un sifflement plus ou moins aigu, ressemblant assez parfaitement à celui mentionné plus haut. En appliquant la même expérience au larynx d'un chat adulte mort, on n'obtient qu'un souffle simple sans vibrations sonores.

4e *expérience.* — Le 11 mars 1843, sur un gros surmulot mâle, j'ai extirpé les deux spinaux (1). Quand on irritait le surmulot avant l'opération, il poussait les cris excessivement aigus qui sont particuliers aux animaux de son espèce. Aussitôt après l'ablation des deux spinaux, il y eut *aphonie*, et les cris furent remplacés par un grognement très-bref. Remis en liberté, l'animal fait pendant quelque temps des mouvements de déglutition; il se tapit dans un coin de sa cage et répugne au mouvement.

---

(1) Ces animaux, de même que les chats, sont assez difficiles à expérimenter à cause de leur indocilité et à cause de la conformation conique de leur museau qui ne permet pas de les museler sûrement. J'emploie pour cela un procédé très-certain : il consiste à mettre en travers de la gueule de l'animal et derrière les dents canines un petit morceau de bois, soit un crayon, par exemple, puis on place en arrière de cette espèce de mors une ligature qu'on serre modérément. L'animal ainsi pris ne peut plus se démuseler, parce que le crayon empêche la ligature de glisser et que les dents retiennent le crayon. On a même aussi l'avantage de maintenir la gueule ouverte et de ne pas empêcher la formation des cris, ni la respiration de s'exercer librement.

Le lendemain, 12 mars, on lui donne du pain à manger. *La déglutition paraît sensiblement gênée*, et quand le surmulot mange trop vite, il passe évidemment des aliments dans sa trachée, à en juger par ses éternuments et une sorte de toux rauque qui trouble momentanément la respiration. Après la cessation de ces accidents, l'animal recommence à manger plus lentement qu'avant; il mâche longuement, et suspend la mastication au moment où la déglutition s'effectue.

Les jours suivants, les mêmes phénomènes persistent toujours. *A l'état de repos, l'animal est calme et respire normalement.* Quand il mange doucement, il avale assez bien; mais on provoque facilement les désordres déjà indiqués dans la déglutition si on le force à courir ou à respirer fortement au moment où il mange.

Le 16 mars (cinquième jour de l'opération), l'animal est sacrifié. *Autopsie.* Les spinaux sont bien complétement enlevés. Les poumons sont sains, excepté une partie du lobe supérieur du poumon droit qui offre une particularité remarquable. Extérieurement, on aperçoit des petites masses blanchâtres, de volume égal, et disséminées dans cette portion du tissu pulmonaire. En ouvrant alors les canaux aériens du poumon avec précaution, je trouvai des miettes de pain mâché qui obstruaient les grosses bronches, et il me fut facile de constater que les petites masses blanches étaient constituées par la même matière. L'estomac n'offrait pas d'altération et contenait des aliments en partie digérés.

5e *expérience.* — Sur un lapin adulte (18 janvier 1843), j'enlève les deux spinaux. La voix abolie présente les deux particularités suivantes :

Si on pince fortement la queue à l'animal, il fait entendre, sous l'influence de la douleur, un *sifflement expiratoire* clair et bref, successivement interrompu et entrecoupé par des *inspirations bruyantes et rauques.* Parfois, il y a un souffle expiratoire *aphône*, et on entend seulement le runcus inspiratoire. Pendant le repos, l'animal respire normalement et a conservé toute sa vivacité; mais si on le fait courir, il paraît assez vite essoufflé; la respiration s'accélère rapidement, et on entend quelquefois alors des inspirations bruyantes. A ce moment on remarque une *irrégularité particulière dans les mouvements des membres antérieurs.* Lorsque l'animal mange, la déglutition est *sensiblement gênée*, et si on force le lapin à se mouvoir brusquement, il se produit une sorte de

toux rauque, comme si des corps étrangers passaient dans les voies respiratoires.

Les jours suivants, les mêmes phénomènes persistèrent. L'animal, au repos, ne présente rien d'anormal; il respire librement et ne paraît pas souffrant. Quand on le laisse manger tranquillement, la déglutition, quoique un peu gênée, s'opère assez bien; mais quand le lapin est subitement dérangé, on voit constamment apparaître les troubles de déglutition déjà indiqués plus haut.

Le 29 janvier (onzième jour de l'expérience), avant de sacrifier l'animal, je mis la partie antérieure du larynx à découvert et je constatai la paralysie des muscles crico-thyroïdiens. Ces muscles relâchés permettaient un écartement considérable entre les deux cartilages cricoïde et thyroïde. Si alors on essayait de faire crier l'animal, il produisait un souffle expiratoire assez clair et bref; mais à chaque inspiration énergique et bruyante qui succédait, la membrane et les muscles crico-thyroïdiens, obéissant à la pression de l'air extérieur, s'affaissaient de manière à présenter une concavité en dehors et une convexité à l'intérieur du larynx dont la cavité se trouvait ainsi considérablement diminuée. Il était dès lors facile de comprendre comment ce rétrécissement, en gênant l'entrée de l'air, diminuait le calibre du canal laryngien et produisait chez les lapins l'inspiration ronflante dont nous avons parlé. En effet, quand on rapprochait les deux cartilages au moyen d'une pince à griffe, ce ronflement inspiratoire disparaissait. J'incisai ensuite la membrane thyro-hyoïdienne, et j'amenai la glotte au dehors, en prenant toutes les précautions nécessaires pour ne point léser les nerfs laryngés. Je constatai que les cordes vocales étaient *relâchées et écartées*. La glotte était *dilatée, elle avait conservé sa sensibilité et avait perdu la faculté de s'occlure complétement.*

Après ces diverses opérations l'animal fut sacrifié. — *Autopsie.* Les deux spinaux étaient bien détruits en totalité. Les poumons, exempts d'ecchymoses et d'altération dans la plus grande partie de leur étendue, présentaient un peu de rougeur et d'hépatisation dans leurs lobes supérieurs. Le tissu pulmonaire, incisé dans ce point, offrait une coupe comme *marbrée par des particules vertes qui n'étaient autre chose que de l'herbe mâchée renfermée dans les tuyaux bronchiques.* La coloration très-verte de l'herbe contenue

dans les grosses bronches indiquait que l'introduction en était assez récente, tandis que celle située dans les petites bronches était déjà en partie décolorée et y séjournait évidemment depuis plusieurs jours. L'estomac était sain et contenait une très-grande quantité d'aliments.

Chez les jeunes lapins, on observe à la suite de l'ablation des spinaux les mêmes phénomènes que chez les lapins adultes; seulement, de même que cela arrive chez les jeunes chats, ils peuvent quelquefois produire encore des *sons aigus,* qui diffèrent néanmoins de la voix ordinaire, en ce qu'ils sont très-brefs et entrecoupés par des inspirations bruyantes.

Discussion et conclusions des expériences précédentes.

Comme résultats fournis par cette première série d'expériences, nous constatons, 1° *chez l'animal agissant,* l'aphonie, la gêne de la déglutition, la brièveté de l'expiration quand l'animal veut crier, l'essoufflement dans les grands mouvements ou les efforts, parfois irrégularité dans la démarche, etc.; 2° *chez l'animal en repos,* toutes les fonctions organiques, respiratoires, circulatoires, digestives, s'accomplissent avec la plus grande régularité, et il serait impossible de s'apercevoir alors que les animaux sont privés d'une influence nerveuse quelconque.

Occupons-nous d'abord de l'*abolition de la voix* et de la *gêne de la déglutition,* qui sont les deux symptômes les plus évidents et les plus constants. Ces deux phénomènes sont indubitablement la conséquence d'une paralysie survenue dans les mouvements du pharynx et du larynx. Mais un fait fort singulier qui nous frappe de suite, c'est que cette paralysie du larynx qui suit l'ablation des spinaux est essentiellement différente de celle qu'on produit ordinairement dans le même organe par la section des nerfs laryngés. Nous avons remarqué, en effet, sur les animaux vivants, que dans nos expériences la paralysie retentit spécialement sur la *phonation,*

tandis que la glotte, restant dans une *dilatation permanente*, permet aux fonctions respiratoires de continuer à s'exercer librement.

Quand le larynx est paralysé par la section des nerfs laryngés inférieurs, les choses se passent autrement. La phonation se trouve abolie, il est vrai, mais tout le monde sait qu'on observe en même temps une *occlusion* de la glotte qui occasionne une gêne plus ou moins grande de la respiration, suivant l'âge des animaux. La *dilatation* de toute la glotte, coïncidant avec l'*aphonie* complète des animaux, est donc un fait qui ne se voit qu'après l'ablation des nerfs spinaux, et dont nous devons rechercher la cause. Est-ce qu'il pourrait y avoir dans le larynx une paralysie isolée des mouvements de phonation, tandis que les mouvements respiratoires seraient conservés? C'est ce que vont nous apprendre les expériences suivantes :

Destruction comparative des nerfs laryngés et des nerfs spinaux sur de très-jeunes animaux. — Il était important de faire ces expériences sur de très-jeunes animaux, et voici pourquoi. Nous venons de dire que la section des nerfs laryngés inférieurs paralyse tous les muscles du larynx (1) et détermine l'abolition de la voix et l'*occlusion de la glotte.* Cette dernière circonstance devrait produire constamment la mort par suffocation. Toutefois, chez les vieux animaux, il n'en est pas ainsi, parce que, chez eux, il reste en arrière de la glotte, dans l'espace inter-arythénoïdien, une ouverture béante appelée *glotte respiratoire*, qui permet encore l'entrée et la sortie de l'air des voies respira-

(1) Excepté le crico-thyroïdien, nous négligeons ces muscles pour la commodité de l'expérience. On sait, en effet, que les crico-thyroïdiens, étant simplement des tenseurs des cordes vocales, ne changent rien dans les phénomènes respiratoires qui surviennent après la section des laryngés inférieurs.

toires, malgré la paralysie complète du larynx. Mais chez les jeunes animaux, une semblable disposition n'existant pas, la paralysie complète qui résulte de la section des récurrents amène immédiatement la *mort par suffocation* (1).

Dès lors, on conçoit que, grâce à cette particularité, nos expériences ne laisseront aucun doute, parce que si l'ablation des spinaux détermine chez ces jeunes animaux l'aphonie sans produire la suffocation mortelle, il sera naturel de conclure que la destruction de ces nerfs n'a pas amené une *paralysie complète du larynx.*

1re *expérience. — Section des nerfs laryngés.* — Sur un petit chat de 3 semaines, j'ai divisé les deux nerfs laryngés inférieurs.

Après la section du récurrent droit, la voix est devenue plus rude et la respiration gênée. Après la section des deux récurrents le *chat est mort subitement par suffocation.*

2e *expérience. — Ablation des spinaux.* — Le 7 mai 1843, sur un autre petit chat de la même portée que le précédent, j'ai enlevé les deux spinaux.

Aussitôt après, l'animal est devenu *aphone*, mais la *respiration est demeurée libre comme avant.* (La dilatation de la glotte persistait donc encore.) La déglutition était gênée, etc.

Le 19 mai, douzième jour, ce petit chat a été sacrifié, et l'autopsie a prouvé que les spinaux étaient bien complétement détruits.

L'estomac et les poumons étaient sains.

3e *expérience. — Ablation des spinaux, puis section des laryngés sur le même animal.* — Le 3 juin 1843, sur un autre jeune chat âgé de 5 semaines environ, j'ai enlevé les deux spinaux. La voix a été abolie, mais les autres fonctions sous l'influence du vague ont continué à s'exercer librement.

---

(1) Ces faits, observés d'abord par Legallois, par M. Magendie, etc., et dont M. Longet, dans ces derniers temps, a donné une explication très-satisfaisante, sont tellement connus que je n'ai fait que les rappeler pour aider à l'intelligence du but de nos expériences.

Le 5 juin, deux jours après, ayant repris le même animal qui était muet, mais du reste bien portant, je lui ai excisé les deux nerfs laryngés inférieurs. *Bientôt le chat est mort suffoqué,* preuve que le larynx n'avait pas été paralysé *complétement* par l'ablation des spinaux qui avait été faite deux jours avant.

Ces expériences me semblent démontrer péremptoirement *que le pneumogastrique possède une puissance motrice propre, indépendante du spinal,* et il n'est pas douteux que ce soit par cette influence que le larynx continue de permettre à la respiration de s'effectuer chez les jeunes animaux dont la voix a été abolie par la destruction des spinaux.

D'après ces faits, nous placerons dans les nerfs laryngés (formés par les filets du vague et du spinal) deux sortes de puissances motrices dont les effets seront opposés. L'une, qu'on peut appeler *influence respiratoire,* a pour but de maintenir la glotte incessamment béante et de l'approprier aux phénomènes respirateurs, tant que le larynx n'a pas d'autres fonctions à remplir. Le pneumogastrique seul met en jeu cette activité motrice de la glotte, de même qu'il anime les mouvements organiques du poumon, etc. L'autre puissance motrice, qu'on pourrait appeler *influence vocale,* a pour but, au contraire, de resserrer la glotte, de suspendre ou de modifier la durée de l'expiration, et de maintenir les cordes vocales tendues au moment où le larynx devient organe de la voix. Les mouvements de constriction glottique qui ne peuvent être que temporaires parce qu'ils arrêtent les phénomènes respiratoires, sont influencés exclusivement par le spinal. Nous avons vu, en effet, ces mouvements de constriction cesser de s'opérer après l'ablation des spinaux.

Ainsi, bien que la respiration et la phonation semblent anatomiquement confondues, parce qu'elles s'accomplissent dans un même appareil, ces deux fonctions n'en demeurent pas moins physiologiquement indépendantes,

et nous venons d'acquérir la démonstration qu'elles s'exercent sous des influences nerveuses antagonistes et distinctes.

L'expérience suivante faite sur un animal adulte nous rendra encore ces faits plus palpables.

Exp. Si l'on attire l'ouverture supérieure du larynx au dehors sur un chat vivant, en évitant la lésion des nerfs laryngés, on verra d'abord les mouvements de resserrement et de dilatation de la glotte se succéder rapidement dans les efforts que fait l'animal pour crier et se débattre. Mais si l'on attend quelques instants, l'animal se calme peu à peu et finit par respirer tranquillement; alors la glotte, *simplement respiratrice*, reste dans une dilatation pour ainsi dire permanente, et les mouvements de resserrement et d'écartement excessivement bornés qui se remarquent dans l'inspiration et l'expiration sont à peine appréciables (1).

Vient-on dans ce moment à pincer fortement l'animal ou à piquer la muqueuse laryngienne, aussitôt le larynx change de rôle et devient le siége de phénomènes nouveaux. Les cordes vocales tendues subitement se rapprochent au contact; une expiration puissante et prolongée vient les faire vibrer et des cris perçants se font entendre.

Si, après avoir constaté ces faits, on arrache le spinal d'un côté, on verra la moitié correspondante de la glotte rester à peu près immobile, tandis que celle du côté opposé continue à se mouvoir et à se rapprocher de la ligne médiane. Lorsque l'animal veut crier, la colonne d'air expulsée des poumons, franchissant l'ouverture de la glotte à moitié fermée et circonscrite d'un côté par une corde vocale tendue, et de l'autre par une corde vocale relâchée, ne produit plus qu'un son âpre ou rauque au lieu du timbre clair particulier à la voix du chat.

Si l'on extirpe l'autre spinal, l'ouverture glottique exécute bien encore des légers mouvements de resserrement comme ceux que nous avons notés dans la respiration calme; mais elle a perdu la faculté de s'occlure complétement. Malgré ses tentatives pour for-

---

(1) Comme ceux qui se voient dans les narines d'un animal lorsque la respiration est calme.

mer les cris que lui commande la douleur, l'animal ne peut plus tendre ni rapprocher au contact ses cordes vocales flasques et séparées, et il ne produit qu'un *souffle expiratoire très-bref.* Il y a alors aphonie complète; les mouvements vocaux sont éteints, et *la respiration continue pourtant à s'exercer par la glotte dans toute sa plénitude.*

Veut-on se convaincre que c'est bien le pneumogastrique qui maintient les lèvres de la glotte dans l'écartement où on les voit et leur communique les mouvements légers dont nous avons parlé, il suffira de diviser les nerfs récurrents, et aussitôt l'ouverture du larynx, devenue *complétement immobile,* se trouvera plus rétrécie. Les cordes vocales et les replis aryténo-épiglottiques, comme des soupapes flottantes s'accolleront mécaniquement dans l'inspiration sous la pression de l'air extérieur qui tend à pénétrer dans le larynx, et seront soulevés par la colonne de l'air expiré. Il en résulte alors une gêne de la respiration analogue pour son mécanisme à celle qu'on observe dans l'œdème de la glotte.

(L'autopsie de l'animal apprit que les spinaux étaient bien enlevés.)

Ainsi les nerfs laryngés étant formés à la fois par des filets du pneumogastrique et des filets provenant du spinal, ce sont les filets du pneumogastrique qui président aux mouvements respiratoires du larynx; ce sont les filets du spinal qui président aux mouvements de constriction vocale.

Il nous resterait maintenant à distinguer nettement parmi les agens moteurs du larynx ceux qui sont animés par le vague et ceux qui sont influencés par le spinal. Nous allons être conduit à chercher cette détermination en donnant le mécanisme de l'*abolition de la voix* et de la *gêne de la déglutition* que nos animaux ont présentées après l'ablation des spinaux.

1° *Abolition de la voix.* — En se rappelant quelles sont, dans le larynx, les conditions physiologiques de la phonation, on comprendra que la voix ne puisse plus s'effectuer après les modifications que la destruction des spinaux apporte dans les mouvements laryngiens. En effet, il est nécessaire, pour

produire le son vocal, qu'il y ait une occlusion active de la glotte, c'est-à-dire tension et rapprochement des cordes vocales. Or, nous avons vu par expérience que chez les animaux qui n'ont plus de spinaux, les cordes vocales sont détendues et écartées sans pouvoir plus vibrer. Il est naturel dès lors que la colonne d'air expulsée par la trachée ne produise plus de vibrations sonores et sorte par la glotte béante en donnant lieu à un simple souffle expiratoire.

Mais si nous réfléchissons un instant, nous verrons que cette dilatation permanente de la glotte nous donne bien plutôt la raison de la persistance des phénomènes respiratoires qu'elle ne nous explique le mécanisme de l'aphonie. Car si nous avons constaté sur les animaux vivants (lapins) la paralysie des muscles crico-thyroïdiens, nous ne pourrions cependant en inférer que le spinal abolit la voix *seulement en paralysant les muscles constricteurs du larynx*. Et bien que, au premier abord, cette explication semblât s'accorder avec le défaut d'occlusion de la glotte que nous avons observée, nous serions bientôt conduit à des conclusions erronées, si nous voulions la soutenir. En effet, nous serions obligé de supposer que les muscles constricteurs du larynx, animés par le spinal, qui serait le nerf vocal, sont exclusivement *vocaux*, tandis que les dilatateurs, animés par le vague (nerf respiratoire), sont exclusivement *respirateurs*. Une semblable distinction serait inadmissible. Nous verrons plus loin que la glotte peut s'occlure sans produire la phonation, et l'observation ne nous apprend-elle pas que la glotte se dilate et se resserre dans les limites variées pour opérer certaines modulations du chant ou de la voix? Et du reste, cette dilatation glottique, sans laquelle on ne peut comprendre la respiration, n'est pas un phénomène qui soit nécessairement lié à l'abolition de la voix, puisque nous avons vu que chez les animaux auxquels on a excisé les nerfs laryngés, l'aphonie existe

avec des conditions de la glotte diamétralement opposées, c'est-à-dire avec son occlusion.

Donc, les faits qui nous ont conduit à localiser la *puissance vocale* dans les filets laryngés du nerf spinal, et la *puissance respiratoire* dans les filets laryngés du nerf pneumogastrique, se refusent à prouver une semblable localisation dans les agents moteurs laryngiens. Nous sommes forcé d'admettre que tous les muscles du larynx (1) sont indivisibles dans leurs actions; et nous devons les considérer comme formant dans leur ensemble un système moteur unique, qui peut cependant réaliser deux fonctions distinctes, parce que les deux puissances nerveuses motrices qui l'animent sont séparées dans leur origine (2), et conséquemment indépendantes dans la transmission de leur influence.

De sorte qu'après l'ablation du spinal, ce n'est pas la paralysie de tels ou tels muscles laryngiens spéciaux à la phonation qu'il faut chercher, c'est la *perte d'une de leurs influences nerveuses qu'il faut constater, et la paralysie d'une des fonctions du larynx qu'il faut voir.*

Nous ferons encore remarquer que cette diversité fonctionnelle d'un même muscle ou d'un même ensemble de muscles, en rapport avec la pluralité des influences nerveuses motrices qui s'y rendent, n'est pas un fait isolé qui soit particulier seulement à l'appareil musculaire du larynx; c'est un moyen dont la nature se sert souvent pour harmoniser les fonctions entre

---

(1) Les crico-thyroïdiens exceptés, qu'on pourrait peut-être regarder comme appartenant exclusivement à la phonation.

(2) Il est certain que dans les nerfs laryngés eux-mêmes on ne peut plus distinguer les fibres qui appartiennent au spinal de celles qui appartiennent au vague, pas plus que dans un nerf *mixte sensitivo-moteur*, on ne peut reconnaître les filets de sentiment d'avec les filets de mouvement.

elles, et économiser, pour ainsi dire, le nombre des organes moteurs (1). Et, sans sortir de notre sujet, nous voyons que ce fait domine l'histoire physiologique tout entière du nerf spinal. En effet, chacun sait qu'en se ramifiant dans les muscles sterno-mastoïdien et trapèze, ce nerf anime des muscles déjà influencés par des filets moteurs provenant du plexus cervical. Chacun sait aussi que ces deux ordres de nerfs sont en rapport avec des mouvements spéciaux. Eh bien, pour le larynx, il ne se passe pas autre chose; le spinal apporte aux muscles du larynx une faculté nerveuse motrice, distincte de celle que le pneumogastrique leur donne; et par ce moyen les muscles laryngiens peuvent se prêter à deux fonctions distinctes. Sous ce rapport, le larynx devrait être considéré comme représentant un organe physiologique double. L'anatomie comparée appuie cette manière de voir, puisque chez les oiseaux le *larynx vocal* est tout à fait séparé du *larynx respiratoire*.

Enfin, nous verrons bientôt que les rameaux du spinal qui animent le pharynx font rentrer cet organe dans la même loi physiologique.

Résumant tout ce que nous avons dit relativement à l'influence du spinal sur les muscles laryngiens, nous dirons pour conclusion :

1° De même que le larynx représente tour à tour un organe de phonation et un organe de respiration; de même aussi l'appareil musculaire laryngien dans son entier devient tantôt

(1) Cette loi existe pour les organes de mouvement comme pour les organes de sentiment. Ne voyons-nous pas les mêmes portions de la muqueuse linguale, par exemple, servir à la fois à la sensation tactile et à la sensation gustative parce qu'elles reçoivent des nerfs différents. N'y voyons-nous pas ces deux fonctions pouvoir être paralysées isolément quand les fibres nerveuses qui leur correspondent viennent à être détruites séparément? Eh bien! il en est de même pour certains appareils moteurs.

appareil vocal, quand le spinal l'excite, tantôt appareil respiratoire, quand le pneumogastrique seul l'influence.

2° Après l'ablation des spinaux, la voix est abolie, mais le larynx n'en continue pas moins son rôle d'organe respirateur; parce que ses muscles obéissent toujours à l'action incessante du pneumogastrique. La glotte, maintenue béante, reste identiquement dans les mêmes conditions d'activité où elle se trouve chez un animal sain qui ne fait que respirer; mais, pour ainsi dire, dédoublé et réduit à cette seule fonction, le larynx est condamné au repos absolu en tant qu'organe vocal, parce qu'il a perdu à tout jamais les filets nerveux qui appropriaient la glotte à la phonation.

3° Après la section des troncs des nerfs laryngés, les deux influences nerveuses sont détruites à la fois. Le larynx est alors paralysé complétement, c'est-à-dire frappé de mort dans l'accomplissement de ces deux fonctions. La glotte encore entr'ouverte, comme chez un animal mort, ne peut plus servir ni à la phonation, ni à la respiration (1).

4° *Gêne de la déglutition.* — Dans un animal sain, nous savons qu'au moment où le pharynx reçoit le bol alimentaire, il y a *réaction des muscles constricteurs pharyngiens* qui le poussent vers l'œsophage; mais nous savons aussi qu'il y a simultanément *abaissement de l'épiglotte et occlusion com-*

---

(1) La mort par suffocation ou par gêne de la respiration est la conséquence normale de cette double paralysie fonctionnelle du larynx. Et si, chez les vieux animaux, la grande rigidité des cartilages arythénoïdes s'apposant à leur affaissement sous la pression de l'air inspiré, permet parfois à la respiration de s'exécuter encore, c'est un phénomène passif qui explique seulement ces cas exceptionnels; car cet écartement dû à la solidification des cartilages par les progrès de l'âge ne dépend en aucune façon de l'activité musculaire du larynx, et ne mérite conséquemment pas plus le nom de glotte que ne le mériterait l'orifice d'une canule adaptée à la trachée d'un animal qui suffoque.

plète de l'ouverture glottique. De sorte que dans la déglutition normale, il se passe deux actions musculaires distinctes, l'une qui dirige les aliments dans les voies digestives, l'autre qui ferme le larynx et prévient leur entrée dans les organes respiratoires.

Les fonctions toutes mécaniques de l'épiglotte ne suffisent pas pour opérer cette occlusion indispensable de l'ouverture laryngienne. Les expériences de M. Magendie, celles de M. Longet, etc., ainsi qu'une foule de cas pathologiques, s'accordent à prouver que l'épiglotte peut être détruite sans gêner sensiblement la déglutition des aliments solides; d'où il résulte que c'est principalement la constriction de l'ouverture du larynx, et non la soupape épiglottique qui s'oppose à l'entrée des particules alimentaires dans les voies respiratoires.

Nous devons rappeler que c'est par l'*action des muscles pharyngiens* que l'ouverture supérieure du larynx se trouve fermée et la respiration suspendue pendant que la déglutition s'opère. Les expériences de M. Longet sont positives à cet égard; elles démontrent, en effet, que cette constriction de la glotte qui accompagne la déglutition est indépendante des muscles du larynx, puisque sur les animaux (chiens) auxquels on a excisé tous les nerfs laryngés et l'épiglotte, cette occlusion peut encore s'opérer et prévenir le passage des aliments par la glotte.

Conséquemment, aux faits que nous venons de citer, nous admettrons qu'il faut, pour l'accomplissement régulier de la déglutition, que les muscles laryngiens aient une double action, l'une qui a pour effet de pousser les aliments dans l'œsophage et de mettre en activité les voies de déglutition: l'autre qui a pour but de fermer le larynx et d'arrêter le jeu des voies respiratoires, afin d'empêcher le conflit perturbateur de ces deux fonctions.

En enlevant les spinaux, le larynx ne perd qu'un seul ordre de mouvements, celui qui est relatif à l'occlusion du larynx. En

effet, nous avons vu que chez nos animaux, la déglutition proprement dite n'était point abolie. Le bol alimentaire, poussé par les muscles constricteurs vers l'œsophage, descendait encore dans l'estomac; mais le larynx ne pouvant plus se resserrer, nous avons la raison du passage des aliments dans la trachée, et nous comprenons dès lors, avec facilité, comment ce phénomène survenait principalement lorsqu'on irritait les animaux, et quand on provoquait chez eux des mouvements d'inspiration au moment où la déglutition s'effectuait (1). On peut facilement faire cesser cette complication si, comme nous l'avons fait, on déplace artificiellement l'entrée des voies respiratoires en adaptant une canule à la trachée et en mettant une ligature au-dessus.

Or, l'anatomie nous apprend que le pharynx reçoit des nerfs de plusieurs sources, et que le spinal lui envoie un rameau très-évident (rameau pharyngien). La physiologie nous indique que pendant la déglutition, le pharynx accomplit deux actes : l'un qui ouvre en quelque sorte l'œsophage, l'autre qui ferme le larynx.

Nos expériences nous démontrent qu'après l'ablation des spinaux, les muscles pharyngiens ont perdu la faculté d'occlure le larynx, et ont conservé celle de pousser le bol alimentaire dans l'œsophage.

---

(1) Nous avons trouvé cette gêne de la déglutition plus marquée chez les lapins que chez les chats. Ceci s'explique quand on réfléchit que les lapins triturent l'herbe et la réduisent en un bol alimentaire, dont les particules ténues ont peu de cohésion entre elles, tandis que les chats, incisant simplement avec les dents la viande dont ils se nourrissent, avalent un bol alimentaire dont les particules restent unies, et sont moins susceptibles de se dissocier pour entrer dans l'ouverture béante du larynx. Chez les lapins, la quantité d'herbe mâchée qui passe dans les bronches est quelquefois considérable, et cette circonstance peut amener au bout de peu jours une gêne de la respiration et une pneumonie qui fait périr les animaux.

Comme conclusion rigoureuse, il s'ensuit que les deux actions du pharynx s'exercent sous des influences nerveuses motrices distinctes, et que *les mouvements d'occlusion glottique s'opèrent exclusivement par l'influence du rameau pharyngien du spinal.*

Maintenant, pour formuler d'une manière générale le rôle physiologique de toute la branche interne du spinal sur le pharynx et sur le larynx, il suffit de rappeler qu'après l'ablation de ces nerfs, les voies respiratoires laryngiennes restent toujours ouvertes, et ne peuvent plus se resserrer ni s'occlure lors de la phonation ou de la déglutition, et nous dirons : *Qu'en agissant sur les muscles laryngiens, la branche interne du spinal a pour effet de resserrer la glotte, de tendre les cordes vocales, de rendre l'expiration sonore, et de changer momentanément les fonctions respiratoires du larynx pour en faire un organe exclusivement vocal;*

Qu'en agissant sur les muscles pharyngiens, la branche interne du spinal a pour but de fermer l'ouverture supérieure du larynx, et d'intercepter temporairement le passage de l'air par le pharynx, pour approprier cet organe exclusivement à la déglutition.

Mais si nous réfléchissons que dans toutes ces circonstances la branche interne du spinal agit uniquement comme constricteur momentané du larynx, nous resterons convaincus que le but final de l'influence nerveuse des spinaux est toujours le même; celui de former un antagonisme temporaire à la fonction respiratrice, afin de permettre aux organes qui sont placés sur les voies respiratoires d'accomplir des fonctions étrangères à la respiration.

En effet, pour que le pharynx exécute sa fonction de déglutition, il faut que sa fonction relative à la respiration (conducteur béant de l'air qui arrive aux poumons) soit abolie. Pour que le larynx exécute sa fonction vocale, il faut que sa fonction

d'organe respiratoire (conducteur qui laisse arriver l'air aux poumons) soit momentanément arrêtée. Dans tous ces actes différents, ce sont les mêmes organes qui fonctionnent. Mais les mêmes appareils musculaires qui, sous une excitation nerveuse donnée, s'approprient à la respiration, peuvent, par le moyen d'une autre influence nerveuse, agir en sens contraire, et diriger leur activité sur une autre fonction qui éteint ou remplace temporairement la première.

Or, pour le pharynx et le larynx, c'est la branche interne du spinal qui apporte cette dernière influence nerveuse antagoniste à la première (respiration).

Ainsi doit être compris le rôle fonctionnel double du pharynx et du larynx, ainsi se trouvent expliquées l'abolition de la voix et la gêne de la déglutition, qui ne sont que la conséquence de la persistance des phénomènes respiratoires dans le larynx et dans le pharynx.

Il nous reste encore à examiner la *brièveté de l'expiration*, l'*essoufflement* et l'*irrégularité dans la démarche de certains animaux*. Avant d'étudier la cause de ce dernier ordre de phénomènes, nous allons voir, par les expériences, qu'il faut les rapporter à la branche externe du spinal, et nous verrons que ces différents troubles dépendent d'un défaut de réaction du spinal sur les agents inspirateurs du thorax, réaction sur l'appareil thoracique qui est toujours congénère de celle exercée sur l'appareil laryngien par la branche interne du même nerf.

USAGES DE LA BRANCHE EXTERNE DU SPINAL (1).

2e *Série d'expériences. — Excision de la branche externe du nerf spinal.*

1re *expérience.* — Sur un chien encore jeune et bien portant, j'ai disséqué avec soin la branche externe du spinal, et je l'ai divisée des deux côtés le plus près possible de son émergence par le trou déchiré postérieur, en ayant soin de ne pas intéresser les filets du plexus cervical qui vont au sterno-mastoïdien. L'animal remis en en liberté, voici ce qu'on remarque :

Rien n'est changé dans l'allure de l'animal *quand il reste au repos.* La *déglutition* n'a pas subi la moindre atteinte. La *voix* a conservé son timbre clair et normal; mais les cris sont en général *plus brefs*, et ils sont souvent entrecoupés par des inspirations, surtout quand on irrite le chien. L'animal semble être, en un mot, dans les conditions de quelqu'un qui a *la respiration courte.* Aussi devient-il assez promptement essoufflé quand on le fait courir, et c'est alors seulement, quand la respiration est devenue accélérée, qu'on remarque quelques *troubles dans les mouvements des membres antérieurs.* L'animal fut sacrifié le même jour à d'autres expériences.

2e *expérience.* — Les branches externes des spinaux ayant été convenablement excisées sur un chat adulte, la *déglutition* resta parfaitement libre. Les miaulements spontanés avec leur timbre ordinaire étaient devenus plus *brefs;* ceux qu'on lui arrachait par la douleur étaient assez prolongés, mais ils devenaient en quelque sorte saccadés, et suivaient, dans leur succession, les nécessités du mouvement expiratoire. Il fut difficile de constater de l'irrégularité dans les mouvements des membres; seulement l'animal,

---

(1) Les résultats qui vont suivre ayant déjà été observés à la suite de l'ablation totale des nerfs spinaux, nous ne ferons que les indiquer succinctement dans nos expériences nouvelles. Nous ferons seulement remarquer que les phénomènes dont il s'agit sont plus prononcés après la destruction totale des nerfs spinaux qu'après la section isolée de la branche externe.

naturellement très-sauvage, s'agitait moins dans sa cage. Le chat fut encore conservé pendant deux jours, et n'offrit rien autre de particulier.

3e *expérience.* — Sur un cheval, la branche externe du nerf spinal droit (nerf trachélo-dorsal) fut excisée avant sa division en rameaux musculaires. En faisant marcher l'animal après, on constata un désaccord évident des mouvements du membre thoracique droit avec ceux du côté gauche, d'où résultait une sorte de claudication particulière.

Ainsi, comme l'anatomie aurait pu, jusqu'à un certain point, nous le faire prévoir, la branche externe du spinal n'agit pas sur la formation du son vocal, ni sur la déglutition; mais elle exerce son influence sur le système des mouvements respiratoires du thorax. Or, ces mouvements sont dans une liaison fonctionnelle nécessaire avec la *phonation*, l'*effort*, la *course*, etc.

Brièveté de l'expiration vocale. — Et d'abord, voyons ce qui se passe dans le chant ou dans la phonation en général. Il s'opère premièrement une constriction spéciale de la glotte qui fait vibrer l'air expiré et produit le son vocal. (Nous savons que c'est une portion de la branche interne qui préside à cette fonction; nous n'y reviendrons pas.) Mais la voix n'est pas constituée seulement par une expiration sonore; le son vocal ou chant a une durée, une intensité, des modulations, une forme, enfin, qui est subordonnée à des conditions nouvelles survenues dans le mécanisme de l'expiration thoracique. Les forces expiratrices du thorax ne s'appliquent plus alors uniquement à débarrasser avec promptitude le poumon de l'air qu'il contient; elles agissent même en sens contraire : elles retiennent l'air pendant un certain temps; car les organes pulmonaires, en temps qu'organes respirateurs, s'arrêtent pour remplir momentanément le rôle de porte-vent dans l'appareil vocal.

L'expiration simple *respiratoire,* et l'expiration complexe *vocale,* en raison de leur but différent, ne se ressemblent

donc pas du tout. Il suffit, pour s'en rendre compte, de s'observer soi-même un instant. Si, étant debout et ne prenant aucun point d'appui sur les objets environnants, on respire tranquillement, voici ce qu'on remarque : l'inspiration et l'expiration se succèdent régulièrement et ont à peu près la même durée, ou, si l'une était plus courte, ce serait l'expiration. Les muscles sterno-mastoïdiens et trapèzes ne se contractent pas visiblement alors, bien qu'il y ait un léger mouvement d'élévation et d'abaissement de l'épaule qui corresponde à l'élévation et à l'abaissement des côtes. Maintenant, si l'on veut changer les rapports de durée qui existent entre l'inspiration et l'expiration, on verra que ce n'est qu'avec la plus grande gêne qu'on parvient à étendre les limites de l'expiration respiratoire ordinaire.

Mais si l'on vient à parler, ou surtout à chanter, la condition précédente s'obtient avec la plus grande facilité, parce que l'expiration a subitement changé son mécanisme pour devenir vocale. Voici ce qui arrive alors : le thorax étant rempli d'air, et au moment où la fonction vocale du larynx va commencer, les muscles sterno-mastoïdiens et trapèzes se contractent, saisissent en quelque sorte l'épaule et le sternum, les maintiennent élevés, et suspendent leur abaissement ainsi que celui des côtes, pendant tout le temps que dure l'émission sonore ; la preuve, c'est que, aussitôt que le chant cesse, l'expiration s'accomplit et les épaules tombent sur le thorax. Durant le chant, l'expulsion de l'air se fait cependant ; mais au lieu de se produire par l'abaissement brusque de l'épaule et des côtes comme dans l'expiration respiratoire, elle s'opère tantôt par un abaissement lent et graduel du thorax (dans les sons graves), tantôt par les muscles abdominaux (dans les sons aigus).

Cette contraction des muscles sterno-mastoïdiens et trapèzes, qui a pour but de suspendre l'inspiration pour permettre ainsi au thorax d'adapter la colonne d'air expirée aux modula-

tions de la voix, cette contraction, dis-je, est d'autant plus marquée, que l'action des muscles laryngiens devient plus énergique. C'est le cas des chanteurs qui font effort pour produire les sons les plus variés, et tout le monde sait combien le larynx et les muscles sterno-mastoïdiens et trapèzes acquièrent de développement à cet exercice.

Maintenant, pour en revenir à nos animaux, il nous sera facile d'interpréter toutes les particularités qu'ils nous ont offertes du côté de la voix. Quand ils n'ont plus de spinaux, le thorax tout aussi bien que le larynx restent organes respiratoires et ne peuvent plus se modifier pour la phonation. Lorsque les animaux veulent crier, ils se trompent, et n'exécutent que des mouvements respiratoires plus actifs. Quand la branche externe du spinal a été détruite seule, le larynx a conservé la faculté de produire le son, mais le souffle thoracique ne peut plus s'étendre ou se moduler : de là, brièveté de la voix qui est entrecoupée et ne dépasse jamais en étendue la durée de l'expiration respiratoire ordinaire.

Ainsi, dans l'appareil vocal, il y a deux choses : 1° l'organe formateur du son (larynx); 2° le porte-vent (thorax). Mais ce que nos expériences démontrent, le voici : c'*est que, au moment ou le larynx est approprié à la phonation par la branche interne du spinal, en même temps le thorax, par l'influence de la branche externe, cesse momentanément d'appartenir à la respiration proprement dite, pour s'unir à l'appareil phonateur. Ces deux modifications du larynx et du thorax concourent donc au même but final, et elles doivent être liées, puisqu'elles proviennent de la même source nerveuse.*

De l'essoufflement dans les grands mouvements ou dans l'effort. — Les muscles sterno-mastoïdiens et trapèzes ne sont pas antagonistes des mouvements respiratoires thoraciques uniquement dans la phonation. Comme tels, ils agissent encore dans les autres cas où la respiration s'arrête pour permettre au

thorax devenu immobile de servir de point fixe aux différents muscles de l'épaule ou de l'abdomen, etc.

Tous ces actes musculaires qui demandent pour s'accomplir une suspension des phénomènes respiratoires, méritent le nom d'*effort*. Il peut se rencontrer deux cas distincts dans la production de ce phénomène. Quand l'effort est violent et durable (effort complet), il y a action simultanée ou synergie de la branche interne et externe du spinal pour arrêter la respiration; le larynx se ferme sous l'influence des muscles pharyngiens, et les muscles sterno-mastoïdiens et trapèzes se contractent vigoureusement pour s'opposer à l'expiration et maintenir le thorax plein et dilaté (1): ainsi, dans les violents efforts abdominaux ou des membres, etc.

Si l'acte musculaire de l'effort est de courte durée, au contraire, et peu intense, le thorax n'a plus besoin d'une aussi grande fixité. Alors ce syncronisme d'action des deux branches du spinal n'est plus aussi nécessaire : ainsi, dans beaucoup d'efforts passagers qu'on exécute avec les membres supérieurs, l'action de la branche externe sur les muscles sterno-mastoïdiens et trapèzes, maintient suffisamment le sternum fixe et l'épaule élevée, pour suspendre temporairement l'expiration thoracique, sans qu'il soit nécessaire que le larynx se ferme hermétiquement. Ainsi, dans la déglutition, la branche interne du spinal suspend l'expiration glottique

(1) Nous n'avons pas l'intention de donner le mécanisme complet de l'effort : nous voulons seulement insister sur la part qu'y prennent l'appareil musculaire pharyngien et les muscles sterno-mastoïdiens et trapèzes, en tant qu'ils produisent l'arrêt de la respiration. Nous soutenons que l'action de ces muscles est le point de départ de toute espèce d'effort. S'opposant à l'expiration, ils représentent en quelque sorte l'obstacle à vaincre, et c'est contre eux que viennent réagir tous les autres actes musculaires qui agiraient sans cesse pour produire l'expiration au lieu de servir à fixer le thorax.

sans avoir besoin du concours des muscles qui agissent dans le même sens sur le thorax.

Nous plaçons la déglutition dans la catégorie des efforts passagers, parce que, ne pouvant s'effectuer sans arrêter la respiration, c'est toujours le mécanisme de l'effort, à la durée et à l'intensité près. En effet, l'effort devient très-évident et complet quand la déglutition se prolonge, comme chez les individus, par exemple, qui boivent à la régalade.

Ainsi, la première condition de l'effort, c'est l'arrêt de la respiration. Or, nos animaux, qui n'avaient plus de spinaux, ayant perdu la faculté d'arrêter leur respiration, ne pouvaient plus faire d'efforts; ils sont alors toujours trompés dans leur attente, parce que à mesure qu'ils veulent suspendre leur respirateur, il ne font que l'accélérer.

Irrégularité dans la démarche des animaux. — Chez les animaux non claviculés, il se passe pendant la course une série d'actes musculaires qui nous semblent pouvoir rentrer dans la classe des efforts passagers. D'abord, si l'on examine chez ces animaux les insertions inférieures des muscles sterno-mastoïdiens et trapèzes, on voit que le trapèze s'insère à l'omoplate comme dans l'homme; mais le sterno-mastoïdien se sépare en deux faisceaux musculaires bien isolés, dont l'un se fixe à la partie supérieure du sternum (1) et l'autre (portion claviculaire dans l'homme) va s'attacher à l'humérus. Tous ces muscles sont animés par la branche externe du spinal, et quand la tête

---

(1) Dans le cheval, la portion sternale du sterno-mastoïdien forme un muscle bien séparé (sterno-maxillaire), s'insérant d'une part au sternum et de l'autre à l'angle de la mâchoire inférieure. Quand ce muscle prend son point fixe en haut, il peut agir sur le sternum; mais quand il prend son point immobile inférieurement, nous reconnaissons, avec M. Rigot, qu'il peut agir pour ouvrir la mâchoire, ou, si celle-ci est fixée, pour abaisser la tête et produire le mouvement de rengorgement du cheval.

(ou la colonne cervicale à laquelle ils s'attachent aussi en haut) servant de point fixe, ces muscles viennent à se contracter ensemble, ils ont nécessairement pour effet de porter le sternum et l'épaule en haut et en avant, en même temps que le membre antérieur est soulevé du sol et attiré en avant. De cette manière, les parois thoraciques se trouvent dégagées pour l'inspiration lorsque le membre se porte en avant, et comme le sternum est fixé, l'expiration est suspendue jusqu'au moment où, la contraction de tous ces muscles cessant, l'épaule et le membre reviennent en arrière. Par ce mécanisme, il s'établit un rapport harmonique entre les mouvements du thorax et ceux du membre antérieur, ce qui permet à ces derniers de se succéder avec une grande rapidité dans la course, sans entrechoquer ou gêner les mouvements respiratoires.

On comprend maintenant comment chez les animaux auxquels nous avons enlevé les spinaux, cette harmonie n'existant plus, il se produisait par suite un essoufflement dès qu'on les forçait à courir. On remarque alors une irrégularité caractéristique dans la démarche de l'animal. Cette particularité, signalée pour la première fois par M. Magendie, est surtout très-évidente chez le cheval.

La forme *costo-inférieure* de la respiration, qui est normale chez les animaux non claviculés, ainsi que l'ont avancé MM. Beau et Maissiat, suffit pour assurer la régularité de la fonction respiratrice dans la progression ordinaire. C'est surtout lorsque, par l'effet de la course, les mouvements respiratoires tendent à prendre le type *costo-supérieur,* que l'harmonisation dont nous parlons devient plus nécessaire. Du reste, tous ces petits efforts successifs, qui tendraient à établir l'accord des mouvements respiratoires du thorax avec ceux du membre antérieur, chez les animaux sans clavicule, pouvant rentrer, comme nous l'avons dit, dans les efforts de très-courte durée, ils ne réclament pas l'occlusion du larynx. En effet, les chevaux cornarts auxquels on a pratiqué la trachéotomie sont

encore aptes à la course, et ce n'est que dans les grands efforts musculaires qu'ils se trouvent un peu gênés.

En résumé, *après la destruction de la branche externe du spinal, les muscles sterno-mastoïdiens et trapèzes ne peuvent plus arrêter les mouvements respiratoires thoraciques, et, partant, ils sont devenus inaptes à faire servir le thorax comme point fixe dans l'effort, et comme porte-vent dans la phonation.*

Cependant, ces muscles ne sont pas paralysés complétement; car si alors on les met à découvert, on voit qu'ils se contractent dans certains mouvements de la tête; et, ce qui est plus remarquable, c'est qu'ils agissent encore comme inspirateurs quand on vient à gêner mécaniquement la respiration. Une expérience va nous fixer sur ce fait.

Expérience. — Si on prend un chien ou un chat, et qu'on mette à découvert les muscles sterno-mastoïdiens, voici ce qu'on observe : quand on comprime modérément la trachée de l'animal, les deux sterno-mastoïdiens se contractent pour soulever le sternum et produire l'inspiration ; mais cette contraction est de très-courte durée, comme l'inspiration elle-même. Quand, cessant de comprimer la trachée, on fait crier l'animal, les deux sterno-mastoïdiens se contractent encore rigoureusement et maintiennent le thorax soulevé pendant toute la durée du cri. Mais si on vient à couper le spinal (1) du côté droit, par exemple, et à reproduire après cela les circonstances précédentes, on verra que, pendant le cri, le sterno-mastoïdien gauche seul se contracte, tandis que le droit reste flasque et inactif; que, pendant la respiration forcée, au contraire, les deux sterno-mastoïdiens se contractent également, et continuent d'agir comme inspirateurs.

Cette expérience prouve bien nettement que la *contraction*

---

(1) Il est préférable de couper les origines de la branche externe dans le crâne pour ne pas tirailler les sterno-mastoïdiens et être certain qu'on n'a pas lésé les filets du plexus cervical qui se rendent à ces muscles.

vocale, si l'on peut dire, du sterno-mastoïdien, et sa *contraction respiratoire,* sont sous des influences nerveuses différentes. En effet. elles ont des buts bien distincts : dans un cas, c'est pour arrêter la respiration; dans l'autre, c'est pour l'aider ou la produire.

Là, nous retrouvons encore ce fait remarquable que nous avons déjà observé relativement aux muscles du larynx, savoir : qu'un même muscle peut servir à deux actes physiologiques opposés suivant l'influence nerveuse qui l'anime. L'exemple du sterno-mastoïdien est même plus frappant que celui des muscles laryxgiens, parce que c'est un gros muscle, à insertions bien déterminées, dont il semble qu'on peut d'avance bien préciser l'action. Et, pour expliquer sa duplicité fonctionnelle, ce n'est pas dans un changement de point fixe qu'il faut le chercher : il reste toujours le même (c'est la tête); ce n'est pas non plus dans un mode spécial de raccourcissement de la fibre musculaire qui existerait dans un cas et non dans l'autre; ce serait une supposition absurde, puisque toutes les fibres musculaires ont la même direction. Mais d'où vient donc cette duplicité fonctionnelle? Elle vient simplement du *temps d'action* du muscle. Ainsi, quand le sterno-mastoïdien agit comme *inspirateur* (sous l'influence du plexus cervical), il se contracte et soulève le thorax jusqu'à ce que le poumon soit rempli d'air; alors la fonction est finie, il se relâche, et laisse agir les muscles expirateurs. Quand, au contraire, le sterno-mastoïdien agit dans la phonation (sous l'influence du spinal), il attend que le thorax soit plein d'air; alors il l'arrête dans cet état : la voix commence, et le muscle sterno-mastoïdien, s'opposant toujours aux expirateurs, accompagne la voix tant qu'elle dure, et maintient de l'air dans le thorax durant tout le temps où la voix en a besoin pour se produire; c'est une influence nerveuse qui succède à l'autre. Voilà l'explication de ce fait singulier, et ce que nous venons de dire peut s'appliquer aux muscles du larynx.

De tout cela, nous conclurons : qu'à l'égal des appareils musculaires pharyngien et laryngien, les muscles sterno-mastoïdiens et trapèzes, peuvent s'approprier à deux fonctions différentes, parce qu'ils obéissent à deux influences nerveuses distinctes :

1° *Qu'ils agissent essentiellement comme inspirateur* (1), *quand ils reçoivent leur influence du plexus cervical;*

2° *Qu'ils arrêtent la respiration et forment un antagonisme aux mouvements respiratoires du thorax, quand la branche externe du spinal les excite, et qu'ils sont alors congénères d'une action semblable exercée dans le larynx par la branche interne du même nerf.*

Il y a donc, pour les actes fonctionnels où la respiration doit être arrêtée temporairement, deux antagonismes musculaires destinés à cet effet : l'un, qu'on pourrait appeler *intérieur,* et qui agit toujours sur l'ouverture du larynx, et qui est régi par la branche interne du spinal; l'autre, qu'on pourrait appeler *extérieur,* qui agit sur le thorax et qui se trouve régi par la branche externe du même nerf. On conçoit qu'il ne pouvait pas en être autrement, parce que le larynx et le thorax sont animés de mouvements respiratoires incessants; et si, par exemple, au moment où le thorax aurait été fixé pour servir de point d'appui dans l'effort, le larynx avait continué à fonctionner comme organe respiratoire, *et vice versa,* on sait le désordre et la désharmonie qui en seraient résultés : nos expériences nous l'ont démontré.

Ainsi, la constriction du larynx ne suffisait pas pour arrêter la respiration; à elle seule, elle ne pouvait s'opposer victorieusement aux mouvements expiratoires du thorax. Elle avait besoin d'un antagonisme extérieur, autrement dit, de l'action

(1) Toutefois leur action n'est nécessaire que lorsque la respiration est difficile.

auxiliaire et indispensable de la branche externe du spinal. Cette dernière eût seulement pu devenir inutile, si le thorax, par un mécanisme quelconque, avait pu rester immobile. Ceci n'est pas une conjecture : l'anatomie comparée nous le prouve. Chez les oiseaux, la respiration se fait, comme on sait, tout autrement que chez les mammifères : ils n'ont pas de diaphragme, les poumons sont fixes, etc. ; mais, ce qui est important à notre point de vue, c'est que leur thorax, à cause de sa structure osseuse, reste constamment immobile. Il est ainsi toujours disposé à servir de point fixe aux organes musculaires qu'y s'y attachent, et il ne réagit pas non plus sur les poumons pour en expulser l'air. Aussi les oiseaux, comme nous l'avons déjà vu, n'ont-ils pas de branche externe du spinal; à quoi leur eût-elle servi, puisque la nature a suppléé à ses usages par d'autres moyens.

Résumé de la deuxième partie. — Théorie des fonctions du nerf spinal.

Nous savons maintenant que tous les troubles remarquables qui accompagnent la destruction des nerfs spinaux se con centrent *uniquement* sur la partie motrice ou dynamique de l'appareil respiratoire (mouvements laryngiens, mouvements thoraciques). Mais, avant de rapprocher dans notre esprit toutes ces expériences, afin d'en déduire quelques faits généraux, il importe de nous rappeler que les agents respirateurs (larynx, thorax) peuvent, à raison des deux ordres de nerfs moteurs qui les animent, se trouver, *chez un animal sain,* dans deux états fonctionnels bien distincts.

Tantôt, comme cela se voit chez un animal qui reste en repos ou qui est plongé dans le sommeil, une seule fonction organique s'accomplit; c'est la respiration : le larynx béant livre à l'air un passage facile dans les poumons ; le thorax se dilate et se resserre alternativement; enfin, l'inspiration et

l'expiration, à peu près égales, s'exercent involontairement d'après un rythme régulier que rien ne vient troubler. Tels sont les phénomènes de la *respiration simple.*

Dans un autre état, qui accompagne seulement la veille, et qui est appelé *état respiratoire complexe,* par opposition au précédent, il se manifeste d'autres phénomènes, qui, bien que se produisant toujours au moyen des agents respirateurs, sont cependant en dehors du but de la respiration. Tels sont la phonation, la déglutition, l'effort, etc.

Les agents respirateurs (larynx, thorax) ont donc un double but fonctionnel, et il serait vrai de dire que, dans le premier état de *respiration simple,* ces organes appartiennent exclusivement à la vie intérieure ou organique, tandis que, dans le second état, dit de *respiration complexe,* ils intervertissent provisoirement leur fonction respiratrice pour s'approprier à d'autres actes de la vie extérieure. Or, il ne faut pas oublier que c'est uniquement et à ces organes que le nerf spinal va distribuer ses rameaux et porter son influence.

Maintenant, qu'est-ce que nos expériences nous apprennent ? C'est que dans l'état de repos, quand la respiration simple s'effectue, les nerfs spinaux n'ont aucun rôle à remplir ; car, lorsque nos animaux sont calmes ou qu'ils dorment, on ne voit pas le moindre trouble dans leurs fonctions, et il serait tout à fait impossible de dire alors s'ils ont des spinaux, ou s'ils n'en ont pas.

Mais quand l'état opposé au repos arrive, et lorsque l'animal (sans spinaux) veut accomplir les différentes fonctions qui établissent des rapports entre lui et le monde extérieur, il se trouve arrêté dans tous les actes qui, pour s'opérer, réclament des modifications particulières dans les agents respirateurs. La volonté de l'animal se manifeste pourtant toujours; mais elle n'a plus de prise sur sa respiration pour l'arrêter, la modifier à son gré et produire *la pronation*, *l'effort,* etc.

Le larynx et le thorax ne sont plus avertis en quelque sorte des actes *de la vie extérieure* qui se passent autour d'eux ou dans eux : ces organes, demeurés agents *de la respiration simple,* continuent perpétuellement, malgré l'animal, d'exécuter cette fonction, et ils ne peuvent plus en remplir d'autre. Quand l'animal croit former un cri, il respire ; quand il veut avaler, il respire en même temps ; quand il cherche à faire un effort, il respire encore plus vite.

Ainsi, les agents actifs de la respiration (muscles qui agissent sur le larynx, muscles qui agissent sur le thorax) reçoivent donc deux ordres d'influence nerveuse motrice. Dans l'état de *respiration simple,* l'influence du spinal sur eux est nulle ; ce nerf n'excite des mouvements qu'en vue des actes de la vie extérieure, et c'est lui qui préside à tous les changements qui surviennent dans la motilité du thorax et du larynx lors de la *respiration complexe,* tels que l'effort, la voix. Aussi, sous ce rapport, le spinal doit-il être considéré comme le nerf *vocal,* ou nerf des chanteurs par excellence ; car sans lui toute modulation de son est devenue impossible.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES DU MÉMOIRE.

1° Il serait inexact et faux de vouloir ramener les nerfs crâniens au même type que les nerfs rachidiens. Et pour le cas qui nous occupe, il est démontré par les faits que le pneumo-gastrique et le spinal ne sont pas dans les mêmes rapports anatomiques et physiologiques que les deux racines d'une paire de nerfs rachidiens.

2° Le nerf pneumogastrique est un nerf mixte qui régit les phénomènes organiques moteurs et sensitifs de trois grandes fonctions, savoir : la respiration, la circulation et la digestion.

3° Mais parmi ces fonctions il en est une, la respiration, qui participe à la vie volontaire ou de relation. Aussi elle a un nerf de plus, c'est le spinal.

4° Le spinal est donc un nerf moteur qui régit uniquement les mouvements du *larynx* et du *thorax* toutes les fois que ces organes doivent produire la phonation et être appropriées à des actes qui sont en dehors du but de la *respiration simple.*

Autrement dit, c'est un nerf de la vie de relation annexé à l'appareil respirateur, de même que les actions auxquelles il préside, la voix, etc., sont des phénomènes de la vie de relation annexés à la fonction respiratrice.

Conséquemment le spinal ne saurait être considéré comme un nerf respirateur ou *accessoire de la respiration;* il agit toujours en sens contraire, et il a constamment pour objet de suspendre l'accomplissement de cette fonction organique, en même temps qu'il adapte le larynx et le thorax aux phénomènes de la phonation, de l'effort, etc. Si l'on voulait donner à ce nerf un nom qui rappelât le mécanisme de son influence, il faudrait plutôt l'appeler nerf *antagoniste de la respiration* (1).

---

(1) Sans nous préoccuper de la bizarrerie d'origine du spinal, qui a tant inquiété les physiologistes et a donné matière à tant d'hypothèses, nous remarquerons seulement que le nerf spinal se compose de deux portions distinctes par leur terminaison et par leur origine : 1° La *branche interne* qui naît de la moelle allongée et va se distribuer au larynx et au pharynx, qui reçoivent déjà des nerfs prenant origine sur le même point de l'axe cérébro-rachidien (rameaux du pneumo-gastrique); 2° la *branche externe* qui naît de la moelle cervicale et va se ramifier dans les muscles sterno-mastoïdiens et trapèzes, qui reçoivent des nerfs de la même source (rameaux du plexus cervical). Ces muscles, agissant principalement dans l'*effort*, se rencontrent proportionnellement développés chez les animaux qui sont plus aptes à ces sortes d'actes musculaires. Il est dès lors naturel que la branche nerveuse qui les anime dans ce cas suive le même développement. On sait, en effet, que chez le bœuf et le cheval, par exemple, les origines du nerf spinal sont très-étendues et descendent jusqu'à la région dorsale.

Avec de semblables usages, le spinal forme dans l'économie un nerf tout à fait exceptionnel, et cela n'a pas lieu de surprendre, puisqu'il appartient à une fonction (la respiration), elle-même exceptionnelle en ce que les organes moteurs qui l'accomplissent (larynx, thorax) peuvent tour à tour se prêter à la vie de relation ou rester dans la vie organique.

Nous avons vu qu'après la destruction des nerfs spinaux l'appareil respirateur redescend pour ainsi dire dans la vie organique, et que l'animal aphone n'a désormais pas plus de prise sur les mouvements de son larynx ou de son thorax qu'il n'en a sur ceux de son cœur ou de son estomac.

Rignoux, Imprimeur de la Faculté de Médecine, rue Monsieur-le-Prince, 29 *bis*.

